1. Societăţi de clasificare. Clasificarea navelor.

1.1. Consideraţii generale

Constructiv, corpul navei este un sistem tehnic complex, elastic, supus acţiunii unor sarcini statice şi dinamice.

Structura corpului navei trebuie să asigure menţinerea formei, etanşeitatea şi rezistenţa acestuia.

În mare, un corp de navă are următoarele părţi constructive: osatura; învelişul exterior; construcţiile de rigidizare; construcţiile anexe.

Osatura este o reţea spaţială de bare drepte şi curbe, îmbinate între ele, care determină şi menţine formele geometrice ale corpului navei.

Barele drepte sau curbe ale căror lungimi se măsoară în planuri paralele cu PD, respectiv cu PL, formează elementele de osatură longitudinale.

Barele drepte sau curbe ale căror lungimi se măsoară în planuri paralele cu ¤ formează elementele de osatură transversale.

Învelişul exterior se defineşte ca fiind partea constructivă a corpului navei, formată din filele de tablă drepte şi curbe, de diferite dimensiuni, care îmbracă osatura.

Construcţia rezultată din îmbinarea osaturii cu învelişul exterior este împărţită în planşee.

Planşeul este structura de rezistenţă formată dintr-o placă dreaptă sau curbă rezemată, întărită printr-o reţea de bare şi elemente de legătură.

Totalitatea planşeelor situate în interiorul corpului navei, dispuse longitudinal-orizontal (punţile), transversal-vertical (pereţii transversali) şi longitudinal-vertical (pereţii longitudinali), se numesc construcţii de rigidizare.

Construcţiile anexe sunt acele construcţii, situate în interiorul şi în afara corpului etanş (tancuri, rufuri, etc.), care participă la îndeplinirea în condiţiuni bune a funcţionalităţii navei.

1.2. Societăţi de clasificare navală

Registrele de clasificare sunt instituţii de stat, organizate în scopul verificării şi confirmării stării tehnice a navelor de transport, precum şi a certificării posibilităţii acestora de a naviga în siguranţă.

În principal, registrele de clasificare navală elaborează:

- reguli pentru încercarea materialelor ce se întrebuinţează la construcţia navelor, a maşinilor şi instalaţiilor navale;
- reguli pentru stabilirea dimensiunilor elementelor de construcţie;
- reguli după care se supraveghează construcţia navelor, a maşinilor şi instalaţiilor navale;
- reguli după care se execută probele finale de recepţie ale navei, ale maşinilor şi instalaţiilor navale;
- reguli după care se execută vizitarea, de către experţii registrului, a navelor aflate în exploatare, cu scopul de a li se asigura o stare tehnică bună.

Cele mai cunoscute registre de clasificare navală actuale sunt:

- registrul englez (Lloyd’s Register of Shipping);
- registrul francez (Bureau Veritas);
- registrul american (American Bureau of Shipping);
- registrul german (Germanischer Lloyd);
- Registrul Naval Român (R.N.R.).

Pentru a se construi o navă sub supravegherea unui registru se procedează astfel:

- armatorul se adresează, în scris, direcţiei registrului prezentându-i planurile principale ale corpului, maşinilor şi instalaţiilor conform listei conţinute în normele acestuia;
- direcţia registrului avizează planurile şi dispune experţilor săi să procedeze la: încercările materialelor, supravegherea construcţiei şi probele finale de recepţie ale navei;
- după terminarea probelor finale, dacă se constată că s-au respectat întocmai regulile registrului, acesta emite navei respective certificatul de clasă.

Certificatul de clasă este un act, eliberat de către registrul de clasificare, în baza căruia societăţile de asigurare stabilesc cotele de asigurare atât pentru navă cât şi pentru mărfurile pe care aceasta le transportă.

Certificatul de clasă al unei nave este valabil pe o perioadă de timp limitată. În această perioadă, nava este supusă unor vizite anuale, care au rolul de a atesta valabilitatea în continuare a certificatului de clasă.

La expirarea perioadei de valabilitate a certificatului de clasă, nava este supusă vizitei periodice. Referatele întocmite cu această ocazie constituie documentele care stau la baza reînnoirii certificatului de clasă.

În afară de vizitele anuale şi periodice, experţii registrului fac şi vizite ocazionale sau speciale, cu ocazia apariţiei unor avarii la corp şi instalaţii sau la invitaţia proprietarului navei.

Regulile de bază aplicate de către R.N.R., în activitatea de supraveghere, sunt prezentate în continuare.

- Reguli pentru clasificarea şi construcţia navelor maritime, cuprinzând următoarele părţi: A-I – Clasificarea; A-II – Corp; A-III – Instalaţii, echipamente şi dotări; A-IV – Stabilitate; A-V – Compartimentare; A-VI – Protecţia contra incendiilor; A-VII – Instalaţii de maşini; A-VIII – Instalaţii cu tubulaturi; A-IX – Maşini şi mecanisme; A-X – Căldări, schimbătoare de căldură şi recipiente sub presiune; A-XI – Echipamente electrotehnice; A-XII – Instalaţii frigorifice; A-XIII – Materiale; A-XIV – Sudură; A-XV – Automatizarea; A-XVI – Construcţia şi rezistenţa corpului navelor şi bărcilor din material plastic, armat cu fibre de sticlă.
- Reguli pentru echipamentele navelor maritime, conforme convenţiilor internaţionale.
- Reguli pentru instalaţiile de ridicat din dotarea navelor maritime.
- Reguli pentru nave de navigaţie interioară.
- Reguli pentru construcţia containerelor.

Certificatul de clasă, eliberat de către R.N.R., atestă clasa pe care acesta o acordă navei. Clasa acordată de către R.N.R. unei nave indică faptul că atât construcţia propriu-zisă a corpului, maşinilor, instalaţiilor şi echipamentelor cât şi semifabricatele şi materialele utilizate satisfac prescripţiile regulilor, aplicate în cazul respectiv.

Simbolul fundamental al clasei, acordate de către R.N.R. navelor maritime este astfel:

- , în cazul unei nave autopropulsate;

- , în cazul unei nave nepropulsate.

În notaţiile de mai sus:

- în primul raport, numărătorul este totdeauna R.N.R., iar numitorul indică modul de supraveghere din timpul construcţiei, a părţii de corp şi de maşini, prin semnele respective C şi M;

- în cel de-al doilea raport, numărătorul este totdeauna M şi semnifică navigaţia maritimă, iar numitorul, care poate fi 0, 1, 2, 3, semnifică zona de navigaţie.

1.3. Clasificarea navelor

Din punct de vedere al utilizării se deosebesc: nave civile, militare şi de sport şi agrement.

În categoria navelor civile sunt incluse:

- navele pentru transportul mărfurilor uscate;
- navele pentru transportul mărfurilor lichide: petroliere, nave pentru transportul gazelor lichefiate, uleiului comestibil;
- nave specializate: mineraliere, cerealiere, nave pentru transportul mărfurilor în vrac, nave port-container, nave port-barje, nave roll-on şi roll-off, nave pentru transportul cherestelei, nave frigorifice, nave de pescuit şi de prelucrare a peştelui, nave pentru transportul animalelor vii, remorchere, spărgătoare de gheaţă, nave de cercetări, nave şcoală;
- navele tehnice: drăgi, şalane, platforme de foraj marin, macarale, docuri, nave salvare, staţii de ranfluare;
- pacheboturi destinate transportului pasagerilor şi bagajelor acestora.

Din punct de vedere al modului de propulsie se deosebesc: nave fără propulsie proprie, nave cu propulsie proprie (cu vele, cu maşini alternative cu aburi, cu motoare cu ardere internă, cu turbine, cu propulsie diesel-electrică sau turbo-electrică, cu propulsie nucleară, cu propulsie mixtă).

Din punct de vedere al materialului de construcţie se deosebesc: nave din lemn, din oţel, din metale şi aliaje uşoare, din materiale plastice armate, din beton armat.

Din punct de vedere al zonei de navigaţie se deosebesc: nave de cursă lungă, pentru navigaţia costieră (de cabotaj), pentru radă şi port, pentru navigaţie interioară pe fluvii, lacuri, mări interioare şi râuri.

1.4. Materiale utilizate în construcţia corpului navei

De regulă, navele maritime şi fluviale actuale au corpul metalic.

Fiecare tip de oţel naval se împarte, în funcţie de temperatura la care se normează rezilienţa, în trei grupe, astfel:

- grupa A, cu rezilienţa normată la 0˚C;
- grupa D, cu rezilienţa normată la –20˚C;
- grupa E, cu rezilienţa normată la –40˚C.

Materialele de bază întrebuinţate în construcţia corpurilor navelor metalice sunt oţelurile. Pe lângă acestea, în construcţiile navale, se mai folosesc unele aliaje neferoase, respectiv materiale nemetalice.

La construcţia corpurilor navelor maritime şi fluviale de transport, cu lungimea de calcul L > 40 m, se întrebuinţează ca materiale de bază: oţelul naval cu rezistenţă obişnuită având limita de curgere superioară minimă şi oţelul naval de înaltă rezistenţă având limita de curgere superioară minimă

.

Obişnuit, la construcţia corpului navei se întrebuinţează semifabricatele din oţel prezentate sub formă de: table, profile şi electrozi, respectiv sârme de sudură.

Aliajele neferoase întrebuinţate în construcţia corpului navei, respectiv a unor amenajări şi dotări ale acestuia, sunt:

- aliajele de aluminiu;
- aliajele de cupru (elice navale, cuzineţi pentru liniile arborilor portelice, tuburi pentru diverse instalaţii).

Dintre materialele nemetalice, în construcţia corpului navei se întrebuinţează mai mult:

- materialele plastice (izolaţii, căptuşeli interioare, etc);
- lemnul şi prefabricatele din lemn (la amenajarea cabinelor, capacelor gurilor de magazii, etc).

2. Sisteme de osatură. Nomenclatura elementelor de structură principale ale corpului navei

2.1. Sisteme de osatură utilizate în construcţia corpurilor de nave

Structura oricărui corp de navă include două tipuri de elemente de osatură: longitudinale şi transversale.

După modul de dispunere şi după gradul de participare la structura corpului, a celor două tipuri de elemente amintite mai înainte, în construcţiile navale se deosebesc următoarele patru sisteme de osatură:

- Sistemul transversal;
- Sistemul longitudinal;
- Sistemul combinat;
- Sistemul mixt.

Sistemul de osatură transversal se aplică în construcţia navelor de lungimi mici şi care nu reclamă măsuri deosebite privind asigurarea rezistenţei corpului la încovoierea longitudinală.

Sistemul de osatură longitudinal este specific navelor de lungimi mari, care sunt puternic solicitate la încovoiere longitudinală.

Sistemul de osatură longitudinal este un sistem longitudinal transversal şi se aplică la construcţia navelor pentru transportul mărfurilor uscate, petrolierelor, vrachierelor şi mineralierelor, cu lungimi mai mici de 180 m, care reclamă unele măsuri privind asigurarea rezistenţei corpului la încovoierea longitudinală.

Sistemul de osatură combinat se caracterizează prin faptul că planşeele depărtate de axa de încovoiere se construiesc în sistem de osatură longitudinal, iar planşeele apropiate de axa de încovoiere în sistem de osatură transversal.

Sistemul de osatură mixt se caracterizează prin faptul că în cadrul unor planşee din structura corpului apare atât sistemul de osatură longitudinal cât şi cel transversal.

2.2. Nomenclatura elementelor de structură principale ale corpului de navă construit în sistem de osatură transversal

Dacă se prezintă secţiunea transversală maestră a unei nave de tip cargou, construită în sistem de osatură transversal, atunci se evidenţiază următoarele elemente de structură principale: varangă; suport central; suport lateral; nervură de rigidizare a varangei; tablă marginală; guseu de gurnă; coastă de cală; traversa punţii intermediare; coastă de interpunte; traversa punţii principale; guseu de legătură între coastă şi traversa punţii (braţol); curent de punte; guseu de legătură între traversa şi curentul de punte; parapet; guseul parapetului; copastie; pontil de cală; pontil de interpunte; chila; învelişul fundului; învelişul dublului fund; învelişul gurnei; învelişul bordajului; centura punţii intermediare; tabla lăcrimară a punţii intermediare; învelişul punţii intermediare; guseu de legătură între coasta de interpunte şi puntea intermediară; centura punţii principale; tabla lăcrimară a punţii principale; învelişul punţii principale; căptuşeala punţii principale; cornier lăcrimar; guseu de legătură între pontil şi punte.

2.3. Nomenclatura elementelor de structură principale ale corpului de navă construit în sistem de osatură longitudinal

Din reprezentarea secţiunii transversale maestre a unei nave de tip petrolier, construită în sistem de osatură longitudinal, se evidenţiază următoarele elementele de structură principale: varangă; suport central sau carlingă centrală; suport lateral sau carlingă laterală; longitudinală de fund; longitudinală de dublu fund; nervură verticală de rigidizare a varangei; nervură orizontală de rigidizare a varangei în zona găurii de uşurare; tabla marginală; guseu de gurnă; coastă întărită; longitudinală de bordaj exterior; longitudinală de bordaj interior; nervură de rigidizare a coastei; traversă întărită a punţii principale; longitudinală de punte; curent de punte; nervură verticală de rigidizare a traversei punţii; nervură orizontală de rigidizare a traversei punţii în zona găurii de uşurare; guseu de legătură a traversei punţii principale cu bordajul interior; montant al peretelui longitudinal; guseu de legătură între montantul peretelui longitudinal şi traversa punţii principale; chila; învelişul fundului; învelişul dublului fund; guseu de legătură între montantul peretelui longitudinal şi puntea dublului fund; învelişul gurnei; învelişul bordajului exterior; centura punţii principale; învelişul bordajului interior; tabla lăcrimară a punţii principale; învelişul punţii principale; învelişul peretelui longitudinal.

2.4. Nomenclatura elementelor de structură principale ale corpului de navă construit în sistem de osatură combinat

În secţiunea transversală maestră a unei nave de tip portbarje construită în sistem de osatură combinat se evidenţiază următoarele elemente de structură principale: varangă; suport central sau carlingă centrală; suport lateral sau carlingă laterală; longitudinală de fund; longitudinală de dublu fund; nervură verticală de rigidizare a varangei; nervură orizontală de rigidizare a varangei în zona decupării de uşuare; tabla marginală; guseu de gurnă; coastă de cală; coastă de interpunte; stringher de bordaj; guseu de legătură a stringherului de bordaj cu coasta de interpunte; longitudinală de bordaj din zona centurii punţii principale; semitraversa punţii principale; longitudinală de punte; montant al peretelui longitudinal de interpunte; orizontală a peretelui longitudinal de interpunte; ramă longitudinală a gurii de magazie; întăritură verticală a ramei gurii de magazie; curent de interpunte pentru consolidarea ramei longitudinale a gurii de magazie; curent de punte; montant al peretelui longitudinal; guseu de legătură între coasta de interpunte şi semitraversa punţii principale (braţol); guseu de legătură între semitraversa punţii principale şi montantul peretelui longitudinal de interpunte; semitraversa punţii intermediare; guseu de legătură între coasta de cală şi semitraversa punţii intermediare (braţol); guseu de prindere a semitraversei de montantul peretelui longitudinal; guseu de legătură între coasta de interpunte şi puntea intermediară; guseu de legătură între montantul peretelui de interpunte şi puntea intermediară; guseu de legătură între montantul peretelui longitudinal şi tabla marginală; chila; învelişul fundului; învelişul dublului fund; învelişul gurnei; învelişul bordajului; centura punţii principale; tabla lăcrimară a punţii principale; învelişul punţii principale; învelişul peretelui longitudinal de interpunte; învelişul peretelui longitudinal; învelişul punţii intermediare.

3. Construcţia corpului navei

3.1. Construcţia planşeelor

Planşeul este structura de rezistenţă formată dintr-o placă dreaptă sau curbă rezemată, întărită printr-o reţea de bare şi elemente de legătură.

Într-un planşeu sunt cuprinse două părţi constructive: învelişul planşeului, format din table drepte sau curbe; osatura planşeului, formată dintr-o reţea de bare, drepte sau curbe, încrucişate.

După forma lor, planşeele care alcătuiesc corpul navei sunt de două feluri: **plane** şi **curbe**.
Planşeele plane au caracteristic faptul că atât tablele învelişului cât şi barele osaturii sunt drepte.
După gradul de participare la structura planşeului, barele pot fi: de direcţie principală (deţin ponderea numerică în cadrul osaturii planşeului şi preiau cea mai mare parte a sarcinii exterioare) şi de încrucişare (dispuse perpendiculare sau aproape perpendicular pe cele de direcţie principală).
Planşeele curbe au învelişul format din plăci cu simplă sau dublă curbură şi osatura din bare curbe.
Planşeele de fund
Planşeul de fund este planşeul a cărui placă de bază aparţine învelişului fundului navei.
Din punct de vedere constructiv, se deosebesc două tipuri de planşee de fund: *cu simplu fund* şi *cu dublu fund*.
Alegerea tipului de planşeu de fund se face în funcţie de lungimea de calcul, L, a navei.
Planşee de fund cu simplu fund construite în sistem de osatură transversal
- sunt specifice navelor destinate transportului de mărfuri uscate şi se compun din următoarele elemente: varangă cu inimă; carlingă centrală; carlingă laterală; chilă; învelişul fundului; învelişul gurnei; nervură verticală de rigidizare a varangei.

Varanga este elementul de osatură transversal, inclus în structura planşeului de fund şi având capetele limitate de cele două bordaje sau de tablele marginale.
Tabla marginală este tabla care limitează dublul fund în zona gurnei.
Elementul de osatură longitudinal, inclus în structura planşeului de fund, situat în planul diametral al navei sau la o anumită distanţă faţă de acest plan, este denumit carlingă centrală, respectiv carlingă laterală.
Planşee de fund cu simplu fund construite în sistem de osatură longitudinal
- sunt specifice navelor petroliere mai vechi şi se compun din următoarele elemente: varangă din tancul central; varangă din tancul lateral; carlingă centrală sau carlingă centrală întărită; carlingă laterală; longitudinală de fund; longitudinală de gurnă; chila; învelişul fundului; învelişul gurnei; montant al varangei; semimontant al varangei; montant al carlingei centrale; guseu de rigidizare a carlingii centrale; plăcuţă de rigidizare a guseului; guseu de legătură între carlinga centrală şi varangă.

Elementul de osatură longitudinal sudat de învelişul fundului şi a cărui înălţime este mai mică decât a carlingilor se numeşte longitudinală de fund.
Planşee de fund cu dublu fund construite în sistem de osatură transversal
- sunt specifice navelor de transport mărfuri uscate, cu m şi au în structură următoarele elemente: varangă etanşe; varangă cu inimă; varangă schelet; suport central; suport lateral; tabla marginală; chila; învelişul fundului; învelişul gurnei; învelişul dublului fund; nervură de rigidizare a varangei etanşe; nervură de rigidizare a varangei cu inimă; profilul superior al varangei schelet; profilul inferior al varangei schelet; montant al varangei schelet; montant al suportului lateral; brachetul tablei marginale; brachetul suportului central.

Planşee de fund cu dublu fund construite în sistem de osatură longitudinal
- sunt specifice navelor de lungimi mari şi se compun din următoarele elemente: varangă etanşe; varangă cu inimă; suport central; suport lateral; longitudinală de fund; longitudinală de dublu fund; tabla marginală; chila; învelişul fundului;

învelişul gurnei; învelişul dublului fund; nervură de rigidizare a varangei cu inimă; montant de rigidizare a suportului lateral; brachet al tablei marginale; brachet al suportului central; brachet de prindere a longitudinalelor de varange etanşe.

Elementul de osatură longitudinal sudat de învelişul dublului fund şi a cărui înălţime este mai mică decât a suporţilor se numeşte longitudinală de dublu fund.

Planşeele de bordaj

Planşeul de bordaj este planşeul a cărui placă de bază aparţine învelişului bordajului navei.

Există mai multe criterii de clasificare a planşeelor de bordaj, astfel:

- după forma lor: planşee de bordaj plane (dispuse în zona centrală a corpului navei), curbe (dispuse în zonele de la extremităţile navei);
- din punct de vedere constructiv: planşee de bordaj cu simplu bordaj şi cu dublu bordaj;
- după poziţia lor pe înălţime: planşee de bordaj inferioare şi dintre punţi.

Conturul de rezemare al unui planşeu de bordaj inferior este determinat de: fundul navei; puntea inferioară şi doi pereţi etanşi consecutivi.

Conturul de rezemare al unui planşeu de bordaj dintre punţi este determinat de: două punţi consecutive; doi pereţi transversali etanşi consecutivi.

Planşee de bordaj construite în sistem de osatură transversal

- sunt specifice navelor pentru transportul mărfurilor uscate şi se recomandă folosirea lor şi la navele vrachiere, petroliere, mineraliere cu m.

Elemente de structură: coastă simplă sau coastă de cală; coastă de interpunte; coastă de suprastructură; stringher de bordaj; învelişul bordajului; centura punţii intermediare; centura punţii principale; centura punţii suprastructurii; nervură de rigidizare a stringherului de bordaj; guseu de legătură între stringherul de bordaj şi coasta simplă.

În principiu, osatura transversală a planşeelor de bordaj este formată din coaste simple, completată, uneori, cu coaste întărite şi intermediare.

Coasta este elementul de osatură transversal, cuprins între varangă sau guseul de gurnă şi traversa sau învelişul punţii, care asigură forma şi rigiditatea planşeului de bordaj în plan vertical-transversal.

Coastele simple sunt formate din diferite tipuri de profile şi se dispun, unele de altele, la anumite distanţe denumite regulamentare sau intercostale.

Elementul de osatură longitudinal care asigură forma şi rigiditatea planşeului de bordaj în plan orizontal-longitudinal este denumit stringher de bordaj.

Stringherii de bordaj se utilizează:

- la navele pentru transportul mărfurilor uscate obişnuite cu L > 30 m, în zonele: compartimentului maşini, picurilor şi tancurilor de balast sau combustibil din afara dublului fund;
- la navele pentru transportul mărfurilor uscate prevăzute cu întăriturii pentru gheaţă, la petroliere, vrachiere cu bordajul simplu sau dublu, pe toată lungimea corpului.

Planşee de bordaj construite în sistem de osatură longitudinal

- sunt specifice navelor petroliere, vrachiere, mineraliere, cu L > 180 m, care reclamă luarea unor măsuri constructive severe privind asigurarea rezistenţei longitudinale a corpului.

Elemente componente: coastă cadru sau coastă întărită; stringher de bordaj; longitudinală de bordaj exterior; longitudinală de bordaj interior; nervură de rigidizare a coastei cadru sau a coastei întărite; învelişul bordajului exterior; centura punţii principale; învelişul bordajului interior.

Elementul de osatură longitudinal sudat de învelişul bordajului şi a cărui înălţime este mai mică decât a stringherului poartă denumirea de longitudinală de bordaj.

Planşeele de fund

Construcţia de rigidizare a corpului navei, dispusă longitudinal-orizontal, formată dintr-un înveliş întărit cu elemente de osatură transversale şi longitudinale, poartă denumirea de punte.

Puntea extinsă pe toată lungimea navei şi din bord în bord, care închide corpul etanş la partea superioară, este denumită punte principală.

În afară de puntea principală, navele mai sunt prevăzute şi cu alte punţi. Există mai multe criterii de clasificare a acestor punţi:

- din punct de vedere al extinderii lor: punţi continue şi parţiale;
- după poziţia pe verticală, în raport cu puntea principală: punţi inferioare şi superioare;
- după poziţia pe lungimea navei: puntea dunetă, punţile castelului central, puntea teugă;
- din punct de vedere constructiv: punţi cu înveliş din lemn, cu înveliş metalic, cu înveliş metalic acoperit cu o căptuşeală din lemn.

Dacă amplasarea castelului este făcută la una dintre extremităţile navei, atunci în zona acestuia puntea parţială imediat superioară punţii principale este considerată a dunetei, respectiv a teugii.

Planşeul a cărui placă de bază aparţine unei punţi este denumit planşeu de punte.

Planşee de punte construite în sistem de osatură transversal

- sunt specifice punţilor principale, inferioare şi superioare, ale navelor pentru transportul mărfurilor uscate construite în sistem de osatură transversal.

Elemente componente: traversa punţii; traversa de capăt a punţii; semitraversa punţii; semitraversă întărită a punţii; nervură de rigidizare a semitraversei întărite (cadru) a punţii; rama transversală a gurii de magazie; nervură orizontală de rigidizare a ramei transversale a gurii de magazie; curentul (cadrul) de punte din PD; nervură de rigidizare a curentului (cadru) de punte din PD; curent de punte din dreptul ramei longitudinale a gurii de magazie; rama longitudinală a gurii de magazie; nervură orizontală de rigidizare a ramei longitudinale a gurii de magazie; tabla lăcrimară a punţii; învelişul punţii; guseu de legătură între rama transversală a gurii de magazie şi învelişul punţii; guseu de legătură între rama longitudinală a gurii de magazie şi învelişul punţii; guseu de legătură între curentul de punte şi traversa (semitraversa) punţii.

Osatura transversală a planşeului de punte prezentat se compune din: traverse, traverse de capăt, semitraverse, semitraverse întărite, ramele transversale ale gurii de magazie.

Elementul de osatură transversal, inclus în structura planşeelor de punte şi având capetele prinse de cele două bordaje, respectiv de doi pereţi longitudinali sau de un perete longitudinal şi de un bordaj, se numeşte traversa punţii.

Elementele de osatură transversal, inclus în structura planşeelor de punte şi având capetele prinse de un bordaj şi respectiv de o ramă longitudinală a gurii de magazie se numeşte semitraversa navei.

Decuparea dreptunghiulară prevăzută în punte cu scopul de a permite efectuarea operaţiunilor de încărcare (descărcare) la bord (de la bord) a mărfurilor transportate de către navă se numeşte gură de magazie.

Elementul de osatură, aparţinând planşeului de punte, care asigură rigidizarea laturii transversale a gurii de magazie se numeşte ramă transversală a gurii de magazie.

Elementul de osatură longitudinal dispus în planul diametral sau la o anumită distanţă de acest plan şi care asigură rigiditatea vertical-longitudinală a punţii se numeşte curent de punte (central sau lateral).
Elementul de osatură, aparţinând planşeului de punte, care asigură rigidizarea laturii longitudinale a gurii de magazie se numeşte ramă longitudinală a gurii de magazie.
Pontilul este un element de structură vertical, dispus între două punţi sau între puntea inferioară şi fundul navei în scopul măririi rezistenţei locale şi stabilităţii planşeului de punte.
După locul de dispunere, se deosebesc: pontili de caldă (dispuşi între planşeele corespondente ale punţii inferioare şi fundului, respectiv dublului fund) şi pontili de interpunţi (dispuşi între planşeele corespondente a două punţi succesive).
Din punct de vedere constructiv, se deosebesc: pontili tubulari şi pontili din profile.
Planşee de punte construite în sistem de osatură longitudinal
- sunt specifice punţilor principale ale navelor petroliere, vrachiere, mineraliere construite în sistem de osatură longitudinal sau combinat. De asemenea, acest tip de planşee poate fi utilizat şi la construcţia punţilor principale ale unor nave pentru transportul mărfurilor uscate, puternic solicitate la încovoiere longitudinală.
Elemente componente: traversa întărită a punţii sau traversa întărită a punţii din zona tancului central; nervură de rigidizare a traversei întărite a punţii; traversa cadru a punţii din zona tancului central; traversa de capăt a punţii; semitraversa întărită a punţii; nervură de rigidizare a semitraversei întărite a punţii; rama transversală a gurii de magazie; nervură orizontală de rigidizare a ramei transversale a gurii de magazie; curentul (cadru) de punte din PD; nervură de rigidizare a curentului cadru din PD; curent de punte din dreptul ramei longitudinale a gurii de magazie; rama longitudinală a gurii de magazie; nervură orizontală de rigidizare a ramei longitudinale a gurii de magazie; longitudinală de punte; tabla lăcrimară a punţii; învelişul punţii; guseu de legătură între rama transversală a gurii de magazie şi învelişul punţii; guseu de legătură între rama longitudinală a gurii de magazie şi învelişul punţii; guseu de legătură între curentul de punte şi semitraversa întărită a punţii sau traversa întărită a punţii din zona tancului central; guseu de legătură între curentul de punte şi longitudinala de punte.
Elementul de osatură longitudinal sudat de învelişul punţii şi a cărui înălţime este mai mică decât a curentului de punte este denumit longitudinală de punte.
<u>Pereţii</u>
Pereţii sunt construcţiile de rigidizare vertical-transversale, respectiv vertical-longitudinale, dispuse în interiorul corpului navei şi care asigură compartimentarea acestuia.
Clasificarea pereţilor se poate face după mai multe criterii.
După modul de dispunere, se deosebesc:
- pereţi transversali, care asigură rigidizarea vertical-transversală a corpului nave;
- pereţi longitudinali, care asigură rigidizarea vertical-longitudinală a corpului navei.

După modul în care realizează compartimentarea spaţiului interior al corpului navei, se deosebesc:
- pereţi etanşi (la lichide şi la gaze), care se extind până la puntea principală şi nu permit transferul lichidelor sau gazelor între compartimentele ce le delimitează;
- pereţii uşori, care nu asigură etanşeitatea între compartimentele ce le delimitează.

Din punct de vedere constructiv, se deosebesc:
- pereţi plaţi, formaţi din planşee plane;

- pereţi grofaţi, formaţi din cute paralele de tablă.

După extinderea pe înălţimea şi înălţimea respectiv lungimea corpului navei, se deosebesc:
- pereţi cu extindere totală;
- pereţi cu extindere parţială.

Pereţii plaţi

Din punct de vedere constructiv, pereţii plaţi se asimilează cu planşeele plane ale căror elemente de osatură sunt reprezentate prin bare verticale şi orizontale.
Pereţii construiţi în sistem de osatură vertical sunt specifici cargourilor construite în sistem de osatură transversal şi petrolierelor, respectiv vrachierelor, construite în sistem de osatură combinat.
Aceştia au în componenţă următoarele elemente: montant de cală; montant de interpunte; tablele învelişului peretelui transversal.
Pereţii construiţi în sistem de osatură orizontal sunt specifici navelor mari construite în sistem de osatură longitudinal, spărgătoarelor de gheaţă şi navelor prevăzute cu întăriturii pentru gheaţă.
Aceştia au în componenţă următoarele elemente: orizontală, montant întărit, nervură de rigidizare a montantului întărit, învelişul peretelui transversal.
Elementul de osatură vertical, inclus în structura pereţilor, având capetele prinse de fundul navei (dublul fund) şi respectiv de o punte sau de două punţi succesive se numeşte montant (montant întărit).
Elementul de osatură care asigură rigidizarea orizontal-transversală, respectiv orizontal-longitudinală, a pereţilor construiţi în sistem de osatură vertical se numeşte orizontală întărită.

Pereţii grofaţi

Aceştia sunt utilizaţi la navele moderne, în special la petrolierele şi mineralierele mari construite în sistem de osatură longitudinal sau combinat şi la navele fluviale. Cutele acestor pereţi se realizează după diferite tipuri de profile: pătrat, dreptunghiular, ondulat, triunghiular.
După direcţia de dispunere a cutelor se deosebesc: pereţi cu gofre orizontale şi pereţi cu gofre verticale.
Elemente constructive: montant întărit; gofră orizontală a peretelui transversal; tabla plană inferioară a peretelui transversal; tabla plană superioară a peretelui transversal.

3.2. Construcţia extremităţilor navei

Extremităţile navei sunt: etrava şi etamboul.

<u>Etrava</u>

Etrava este construcţia de rezistenţă care închide nava la extremitatea anterioară.
Etrava are următoarele funcţiuni:
- preia sarcinile dinamice determinate de eventualele loviri ale provei de cheu sau de alte nave pe timpul manevrelor de acostare;
- preia sarcinile dinamice determinate de lovirea fundului apei sau a unor obstacole;
- preia sarcinile dinamice determinate de impactul cu blocurile de gheaţă, pe timpul navigaţiei în zonele cu gheţuri.

La navele de transport, se întâlnesc următoarele forme de etrave: drepte, curbe fără bulb, curbe cu bulb, formate din două segmente de linie dreaptă sau curbă cu înclinări diferite.
Din punct de vedere constructiv, se deosebesc: etravele din oţel forjat sau laminat, etravele din oţel turnat, etravele din table fasonate şi sudate.

Etrava din oţel forjat sau laminat
Acest tip este întâlnit mai rar şi numai la unele remorchere sau nave de pescuit mici, care sunt prevăzute cu chilă masivă (chilă de forma unei bare de oţel forjat sau laminat cu secţiunea dreptunghiulară).
Etrava din oţel turnat
Acest tip este specific navelor care suportă solicitări puternice la prova (spărgătoare de gheaţă etc.).
Etrava din table fasonate şi sudate
Este specifică navelor de transport care nu necesită întăriturii pentru gheţuri sau la navele prevăzute cu întăriturii pentru gheţuri de clasă inferioară.
Etamboul
Etamboul este construcţia de rezistenţă care închide nava la extremitatea posterioară. El îndeplineşte următoarele funcţiuni:
- susţine şi protejează cârma, în cazul lovirii pupei navei de fundul apei sau de unele obstacole;
- susţine elicea centrală, la navele prevăzute cu un număr impar de elice;
- preia sarcinile dinamice determinate de funcţionarea elicei şi cârmei, la navigaţia cu viteze mari şi pe furtună;
- preia sarcinile dinamice determinate de impactul cu blocurile de gheaţă, pe timpul navigaţiei în zonele cu gheţuri.

Forma etamboului depinde de: forma corpului navei la pupa; tipul şi numărul propulsoarelor; forma penei cârmei; destinaţia navei.
Etambourile se pot clasifica după diferite criterii.
Din punct de vedere constructiv, se deosebesc:
- etambouri masive: executate dintr-o bucată de oţel turnat; executate din mai multe bucăţi separate de oţel turnat, forjat sau laminat, care se îmbină între ele prin sudură;
- etambouri din table de oţel sudate;
- etambouri mixte, la care unele elemente sunt executate din tablă de oţel, iar altele din oţel turnat, forjat sau laminat, îmbinate, apoi, prin sudură.

După tipul de propulsor utilizat de navă, se deosebesc:
- etambourile navelor cu propulsor de tip elice: pentru navele cu elice centrală (închise şi deschise); pentru navele fără elice centrală;
- etambourile navelor care utilizează propulsoare diferite de elice şi navelor remorcate.

Etamboul masiv închis din oţel turnat este specific navelor prevăzute cu o elice, dispusă central, şi cu cârmă necompensată. Acest tip de etambou cuprinde următoarele elemente componente: etamboul cârmei, nervură transversală de rigidizarea etamboului cârmei; etamboul elicei; nervură transversală de rigidizare a etamboului elicei; talpa etamboului; călcâiul etamboului cârmei; ochiul balamalei de susţinere a cârmei; ochiurile balamalelor de ghidare a cârmei; butucul etamboului elicei; camera de apă.
Etamboul masiv simplu din oţel turnat (etamboul cârmei) este specific navelor prevăzute cu număr par de elice, respectiv navelor remorcate sau navelor care utilizează propulsoare diferite de elice.
Etamboul deschis din table sudate este utilizat la majoritatea navelor de transport actuale, prevăzute cu o elice şi cârmă compensată.

3.3. Construcţia întăriturilor speciale ale navei

La navigaţia pe mare agitată sau în regiunile cu gheţuri, apar sarcini dinamice deosebite, care solicită suplimentar structura corpului navei. În acest context, anumite zonele ale corpului, mai puternic supuse solicitărilor dinamice amintite, impun luarea unor măsuri speciale de întărire a structurii de rezistenţă.

Întărituri speciale din zona extremităţii prova

Sarcinile dinamice suplimentare ce apar în zona extremităţii prova se datorează, în special, acţiunii valurilor. În scopul asigurării rezistenţei la acţiunea acestor sarcini, sunt prevăzute întărituri speciale ale structurii, care se extind, de la perpendiculara prova spre pupa, pe o distanţă egală cu , pentru bordaje şi , pentru fund. De regulă, aceste întăriturii cuprind două porţiuni distincte, şi anume:

- porţiunea picului prova;
- porţiunea din pupa picului prova.

Porţiunea picului prova se extinde de la etravă până la peretele picului prova şi este întărită după cum urmează:

- coastele au modulul de rezistenţă mai mare decât cele din zona centrală şi sunt dispuse la cel mult 600 mm, una faţă de alta;
- varangele sunt mai înalte şi au grosimea inimilor cu cca. 1 mm mai mare decât a celor din zona centrală;
- în continuarea carlingii centrale din zona magaziilor de mărfuri este prevăzută o carlingă întreruptă la varange;
- în zona în care nu se poate monta carlingă centrală, platbandele superioare ale varangelor vor trebui să fie sudate între ele, în planul diametral, printr-un cornier sau alt tip de profil;
- cel puţin, până la puntea situată deasupra liniei de încărcare de vară se prevăd traverse nepuntite sau alte construcţii, cu rezistenţa echivalentă, dispuse între ele: pe lungime, la două intervale de coastă, iar pe înălţime, la 2 m;
- traversele nepuntite se îmbină cu coastele corespunzătoare şi cu diafragma de ruliu din PD;
- la fiecare rând de traverse nepuntite, se prevăd stringheri de bordaj, formaţi din inimi de tablă;
- dacă proba este prevăzută cu bulb, atunci acesta se rigidizează astfel: în plan orizontal, prin intermediul unor platforme dispuse la cel mult 2 m una faţă de alta şi în PD, printr-un perete de ruliu sau printr-o carlingă, în continuarea carlingii centrale;
- platformele de rigidizare orizontală ale bulbului au grosimea egală cu a stringherilor de bordaj şi sunt susţinute de traverse, dispuse la fiecare coastă;
- peretele de ruliu al bulbului este întărit prin montanţi, dispuşi la fiecare interval de coastă;
- în cazul în care, pentru picul prova, apare ca raţională adoptarea sistemului de osatură longitudinală, acest sistem poate fi admis în urma unei examinări a registrului de clasificare.

Diafragma de ruliu este o tablă dispusă în PD al tancului de asietă din picul prova, cu rolul de a micşora influenţa negativă a suprafeţei libere a lichidului asupra stabilităţii transversale.

Porţiunea din pupa picului prova se extinde de la peretele picului prova până la secţiunea situată, faţă de perpendiculara prova, la pentru bordaje şi pentru fund.

Întăriturі speciale din zona extremităţii pupa

Sarcinile dinamice suplimentare ce apar în zona extremităţii pupa sunt determinate, în principal, de: acţiunea valurilor şi acţiunea maselor de apă aruncate asupra corpului de palele elicelor în mişcare. Totodată, structura pupei este supusă unor vibraţii locale. Întăriturile speciale, impuse de acţiunea acestor sarcini, se aplică la structura picului pupa şi boltei pupei.

Întăriturі speciale din zona compartimentelor maşini şi căldări

Solicitările suplimentare ale structurii de rezistenţă din zona compartimentelor maşini şi căldări se datorează următoarelor cauze: întreruperea parţială sau totală a unor punţi intermediare; prezenţa unor forţe de greutate concentrate; prezenţa forţelor de inerţie generate de organele mobile ale maşinilor ; vibraţiile locale întreţinute de maşinile de propulsie.

Întăriturі speciale pentru navele care navigă prin gheţuri sparte

În mod obişnuit, se întâlnesc două categorii de nave ce navigă prin regiunile cu gheţuri, şi anume:

- spărgătoarele de gheaţă;
- navele de transport care navigă în urma spărgătoarelor de gheaţă;

La navele menţionate mai înainte, registrele de clasificare prevăd întărituri speciale, pentru zonele corpului care sunt supuse sarcinilor dinamice suplimentare determinate de impactul cu blocurile de gheaţă. Totodată, registrele de clasificare acordă, navelor ce navigă prin gheţuri, diferite simboluri, semnificând extinderea şi robusteţea întăriturilor speciale aplicate.

Registrul Naval Român prevede, pentru navele ce navigă în regiunile în regiunile cu gheţuri sparte, completarea simbolului de clasă cu unul din următoarele simboluri: G 60, G 50, G 40, G 30, G 20, după cum urmează:

- semnul G 60 se acordă navelor care pot să navige în urma spărgătorului de gheaţă, prin gheţuri sparte în blocuri mari, în mările polare;
- semnul G 50 se acordă navelor care pot să navige în urma spărgătorului de gheaţă, prin gheţuri sparte, în mările polare şi alte regiuni cu condiţii de îngheţ similare;
- semnul G 40 se acordă navelor care pot să navige în urma spărgătorului de gheaţă, prin gheţuri dispersate sparte, în mările subpolare supuse îngheţului;
- semnul G 30 se acordă navelor care pot să navige în urma spărgătorului de gheaţă, prin gheţuri dispersate sparte mărunt, în Marea Baltică şi în alte regiuni cu condiţii de îngheţ similare;
- semnul G 20 se acordă navelor care pot să navige în urma spărgătorului de gheaţă, prin gheţuri sparte mărunt, în Marea Neagră şi Marea Baltică în condiţii de îngheţ uşoare.

3.4. Construcţiile anexe

După modul de dispunere faţă de structura ce delimitează corpul etanş al navei, construcţiile anexe se clasifică în două categorii, şi anume:

- construcţiile anexe dispuse în interiorul corpului etanş: tancurile; postamentele generatoarelor de abur, maşinilor şi mecanismelor de la bord; tunelele liniilor de arbori şi tuburile etamboului;
- construcţiile anexe dispuse în exteriorul corpului etanş: suprastructurile şi rufurile; parapetele şi balustradele; arborada şi greementul; chilele de ruliu şi cavaleţii arborilor portelice.

Tancurile

Tancul este construcţia anexă, dispusă în interiorul corpului etanş al navei, destinată depozitării de produse lichide. Definiţia nu se referă la tancurile care constituie magazii de marfă la tancurile petroliere.

Tancurile se pot clasifica după diferite criterii, astfel:

- în funcţie d produsul lichid pe care îl depozitează, tancurile pot fi: de balast; de combustibil; de ulei; de apă tehnică şi potabilă;
- după modul de dispunere pe lungime, se deosebesc: tancurile din picuri sau de asietă; tancurile din zona magaziilor de marfă; tancurile din zona compartimentului maşini;
- după modul de dispunere pe înălţime, se deosebesc: tancurile din dublul fund şi de gurnă; tancurile – magazie (deep-tanks); tancurile de antiruliu (wing-tanks);
- din punct de vedere constructiv, se deosebesc: tancurile structurale şi tancurile nestructurale.

Tancurile de balast

Apa de mare care se ambarcă la bordul navei, în scopul asigurării calităţilor nautice pe timpul navigaţiei fără marfă, poartă denumirea de balast.

Greutatea balastului necesar pe timpul navigaţiei fără marfă reprezintă

sau .

Balastul îndeplineşte următoarele roluri:

- asigură o stabilitate, o asietă şi o poziţie transversală bune;
- asigură suprafaţa de derivă necesară obţinerii unei stabilităţi de drum bune;
- asigură pescajul pupa necesar funcţionării în condiţii bune a elicei şi a cârmei.

Balastul este introdus în tancurile de balast, prevăzute atât în dublul fund cât şi în afara acestuia. Modul de amplasare longitudinală şi transversală a tancurilor de balast este ilustrat în figura următoare, astfel: 1-tanc din dublul fund; 2-tanc de gurnă; 3-tanc din picul prova (de asietă); 4-tanc din picul pupa (de asietă); 5-tanc-magazie (deep-tank); 6-tanc de antiruliu (wing-tank).

Tancurile de combustibil, ulei, apă tehnică şi potabilă

Aceste tancuri au denumirea specifică lichidelor pe care le depozitează şi sunt dispuse în dublul fund sau în afara dublului fund.

Tancurile de combustibil lichid sau de apă din afara dublului fund pot fi amenajate lateral sau transversal.

Postamentele generatoarelor de abur, maşinilor şi mecanismelor de la bord

Postamentele sunt construcţiile anexe care asigură susţinerea şi fixarea de corpul navei a generatoarelor de abur, maşinilor şi mecanismelor de la bord.

Postamentele îndeplinesc următoarele funcţiuni principale:

- constituie reazeme pentru maşinile sau mecanismele pe care le susţin;
- asigură fixarea maşinilor şi mecanismelor susţinute de elementele osaturii corpului navei;
- preiau şi transmit corpului navei sarcinile statice şi dinamice determinate de greutatea, respectiv funcţionarea maşinilor şi mecanismelor, pe care le susţin;
- preiau şi transmit corpului navei sarcinile dinamice de inerţie, ce se asociază maselor maşinilor şi mecanismelor susţinute, pe timpul oscilaţiilor de ruliu şi de tangaj;
- participă la asigurarea rezistenţei locale a corpului navei în zona de dispunere.

Postamentele generatoarelor de abur

În domeniul naval se utilizează două tipuri de generatoare de abur: acvatubulare (cu apă în tuburi) şi ignitubulare (cu flacără în tuburi), existând pentru fiecare tip cât un postament cu particularităţi.

Postamentul maşinilor şi mecanismelor de la bord

După rolul pe care îl îndeplinesc la bord, maşinile şi mecanismele navele se împart în două categorii, şi anume: principale (de propulsie) şi auxiliare. Dacă se are în vedere principiul de funcţionare, atunci maşinile şi mecanismele montate la bordul navelor pot să fie: cu piston şi rotative.

Tunelul liniei de arbori şi tubul etambou

Tunelul liniei de arbori

La navele care au compartimentul maşini amplasat în zona centrală, legătura între arborele motor şi arborele portelice se realizează prin linia de arbori intermediari. Tunelul liniei de arbori este construcţia anexă etanşe şi rezistentă, dispusă între peretele transversal din pupa compartimentului maşini şi peretele picului pupa, care asigură protecţia liniei de arbori intermediari.

Tubul etambou

Tubul etambou este construcţia anexă care asigură etanşeitatea ieşirii arborelui portelice din corpul navei.

În principiu, tubul etambou are forma cilindrică şi se execută din oţel turnat sau din tablă, corespunzător prelucrată şi sudată.

La capete, tubul etambou este prevăzut cu garnituri de etanşare denumite presetupe.

Suprastructurile şi rufurile

Suprastructura este o construcţie situată deasupra punţii principale care se întinde pe toată lăţimea navei.

Ruful este o construcţie situată deasupra punţii principale care nu se întinde pe toată lăţimea navei.

Suprastructurile şi rufurile îndeplinesc următoarele roluri:

- limitează spaţii care sunt folosite pentru diferite amenajări;
- în anumite condiţii, pot limita spaţii de depozitare a unor mărfuri;
- dacă sunt închise etanş, atunci participă la asigurarea unei rezerve de flotabilitate sporită;
- asigură o protecţie corespunzătoare a compartimentelor de maşini şi căldări;
- îmbunătăţesc condiţiile de navigaţie;
- participă la asigurarea rezistenţei corpului navei la solicitările statice şi dinamice.

După modul de dispunere pe lungimea navei, se deosebesc:

- suprastructuri continue, care se întind pe toată lungimea navei, fără întreruperi;
- suprastructuri răzleţe, care sunt dispuse în anumite zonele ale navei.

Particularităţile constructive ale suprastructurilor continue atribuie navelor, care le utilizează, următoarele denumiri: awning-deck (punte de manevră); shade-deck (punte-tendă); shelter-deck (punte de adăpost).

Nava de tip awning-deck are suprastructura continuă, fără decupări în punte sau în bordaje. Spaţiul limitat de suprastructură este folosit ca adăpost împotriva radiaţiilor solare, valurilor, ploilor, iar uneori pentru transportul de pasageri, mărfuri uşoare sau animale.

Nava de tip shade-deck are suprastructura continuă, prevăzută cu decupări în bordaje. Spaţiul limitat de aceasta nefiind etanş este folosit ca adăpost împortiva radiaţiilor solare şi a ploilor.

Nava de tip shelter-deck are suprastructura continuă, prevăzută cu decupări în punte. Spaţiul limitat de suprastructură este destinat încărcăturii de mărfuri. Nava cu shelter-deck deschis este tipul la care spaţiul limitat de suprastructură nu se încarcă cu marfă. La nava cu shelter-deck închis spaţiul limitat de suprastructură se poate încărca cu marfă.
Suprastructurilor răzleţe li s-au atribuit denumiri specifice zonelor de dispunere, astfel: castel prova sau teugă, castel central, castel pupa sau dunetă.

Parapetele şi balustradele

Parapetul (balustrada) este o construcţie anexă, exterioară corpului navei, dispusă în continuarea bordajului deasupra punţii superioare, căreia îi asigură protecţia laterală. Parapetele sau balustradele sunt instalate pe toate porţiunile deschise ale punţilor suprastructurilor şi rufurilor. Ele îndeplinesc următoarele funcţiuni:

- asigură protecţia membrilor echipajului sau a pasagerilor care se deplasează pe puntea superioară;
- servesc la fixarea unor mărfuri pe punte.

Arborada şi greementul

Arborada şi greementul sunt construcţii anexe, exterioare corpului navei, dispuse deasupra punţii principale, cu rolul de a susţine şi de a asigura manevra unor elemente ale instalaţiei de încărcare-descărcare şi a diferitelor sisteme de semnalizare.
După rolul pe care îl îndeplinesc la navă, se disting următoarele tipuri de catarge (arbori):

- catargele pentru propulsie;
- catargele pentru încărcare;
- catargele pentru semnale;
- coloanele pentru bigi;
- macaralele speciale.

După posibilitatea modificării înălţimii lor pot fi:

- catarg cu arboretul rabatabil;
- catarg cu arboretul telescopic.

Bigile de încărcare se construiesc în mod asemănător catargelor, de care se prind prin intermediul unor articulaţii ce la permit rotirea în planurile vertical şi orizontal.
Vergile sunt grinzi metalice sau din lemn, orizontale, prinse de arbore sub formă de cruce, cu rolul de a susţine antenele şi elementele de semnalizare vizuală.
Ghiul este o grindă metalică sau din lemn, articulată la un capăt în partea de jos a catargului, de care se prinde marginea inferioară a unei vele trapezoidale numită randă.
Picul este o grindă metalică sau din lemn, articulată la un capăt în partea de sus a catargului, de care se prinde marginea superioară a randei.
Catargele sunt menţinute în poziţia impusă cu ajutorul unor parâme vegetale sau metalice denumite manevre fixe.
Straiurile sunt manevrele fixe ce susţin catargul spre prova.
Sarturile sunt manevrele fixe ce susţin catargul în sens lateral şi spre pupa.
Pataraţinele sunt manevrele fixe care susţin părţile superioare ale catargului în sens lateral şi spre pupa.
Susţinerea şi manevrarea componentelor arboradei se realizează cu ajutorul unor parâme vegetale sau metalice denumite manevre curente.
Greementul navei cuprinde manevrele fixe şi manevrele curente.

Chilele de ruliu şi cavaleţii arborilor portelice

Chila de ruliu (aripa de ruliu) este o construcţie anexă, exterioară corpului etanş, dispusă în zona gurnei, perpendiculară pe suprafaţa învelişului şi are scopul de a atenua oscilaţiile transversale ale navei.

Constituind un apendice, chila de ruliu măreşte rezistenţa la înaintare a navei.

Dispunerea chilei de ruliu este considerată corectă dacă în ¤ are direcţia dreptei ce uneşte centrul G, de greutate al navei, cu punctul A, de intersecţie a prelungirilor liniei bordului şi liniei fundului.

Cavaleţii arborilor portelice

Cavaletul arborelui portelice este construcţia anexă care susţine arborele portelice la şi după ieşirea sa din corpul navei.

Cavaleţii sunt supuşi următoarelor solicitări:

- solicitări constante, datorate greutăţii elicei şi greutăţii capătului arborelui portelice din afara corpului;
- solicitări variabile, datorate neuniformităţii presiunii hidrodinamice pe palele elicei în rotaţie;
- solicitări neuniforme, care pot să apară în caz de avarii.

4. Particularităţi constructive ale tipurilor principale de nave civile

4.1. Cargouri pentru mărfuri generale

Cargoul pentru mărfuri generale este nava maritimă autopropulsată destinată transportului diverselor categorii de mărfuri uscate ambalate sau neambalate.

Acestea sunt cele mai răspândite nave maritime de transport, având masa deadweight

.

Sistemul general de osatură, utilizat în construcţia acestui tip de navă, poate să fie transversal sau combinat şi prezintă următoarele particularităţi:

- planşeele de fund pot fi: cu simplu fund construit în sistem de osatură transversal (specific navelor mici); cu dublu fund construit în sistem de osatură transversal sau longitudinal (specific navelor mijlocii şi mari);
- planşeele de bordaj se construiesc numai în sistem de osatură transversal;
- punţile în număr de 1-3 sunt prevăzute cu guri de magazie relativ mari şi se construiesc astfel: puntea principală în sistem de osatură transversal sau longitudinal; punţile intermediare în sistem de osatură transversal;
- pereţii transversali sunt plaţi şi se construiesc în sistem de osatură vertical;
- nu se folosesc pereţii longitudinali;
- sunt prevăzute cu suprastructuri continue (de regulă, de tip shelter-deck închis) sau răzleţe (teugă, castel central, dunetă);
- viteza economică a cargourilor pentru mărfuri generale este de 12-20 Nd şi de regulă, instalaţia de propulsie foloseşte, ca maşini principale, motoarele cu aprindere prin compresie (Diesel), lente sau semirapide, care antrenează elice cu pale fixe;
- compartimentul de maşini poate fi amplasat în trei moduri, şi anume: în zona centrală a navei; în zona extinsă pe L/3 de la perpendiculara pupa spre prova; la pupa navei.

4.2. Nave cisternă

Nava destinată transportului de produse lichide în vrac este denumită navă cisternă.

4.2.1. Petrolierele

Petrolierul este nava destinată transportului de ţiţei şi a produselor petroliere.

În funcţie de proprietăţile produselor petroliere transportate, se disting:

- petroliere obişnuite, care transportă produse petroliere cu temperatura de aprindere mai mică de 60˚C (pentru navigaţia maritimă), respectiv 55˚C (pentru navigaţia pe apele interioare) şi presiunea vaporilor, după Reid, mai mică decât cea atmosferică;
- petroliere ≥ 60˚, care transportă pe căile maritime produse petroliere cu temperatura de aprindere mai mare sau egală cu 60˚C;
- petroliere ≥ 55˚, care transportă pe apele interioare produse petroliere cu temperatura de aprindere mai mare sau egală cu 55˚C.

La proiectarea şi construcţia petrolierelor trebuie să se ţină cont şi de următoarele:
- apariţia solicitărilor dinamice suplimentare, determinate de forţele de inerţie ale maselor de lichid transportate care, pe timpul oscilaţiilor navei, efectuează mişcări neuniforme;
- micşorarea stabilităţii iniţiale transversale şi longitudinale, determinată de influenţa suprafeţelor libere ale lichidelor ce se transportă;
- modificarea volumului încărcăturii lichide transportate, datorită variaţiilor de temperatură;
- accentuarea coroziunii structurilor din tancurile de marfă;
- sporirea pericolului de incendii şi explozii, determinat de prezenţa amestecului format din aer şi vaporii emanaţi de combustibilul lichid ce se transportă.

Particularităţi constructive ale petrolierelor:
- sistemul de osatură poate să fie longitudinal pentru navele cu L > 180 m sau combinat pentru cele cu L ≤ 180 m;
- planşeele cu fund (cu simplu fund sau cu dublu fund) din zona tancurilor de marfă se construiesc în sistem de osatură longitudinal;
- planşeele de bordaj se pot construi în sistemele de osatură transversal sau longitudinal (cu simplu bordaj sau cu dublu bordaj);
- planşeele de punte sunt construite în sistem de osatură longitudinal;
- petrolierele moderne au prevăzută o singură punte continuă în zona magaziilor de marfă (puntea principală);
- gurile de încărcare a mărfii au secţiunea circulară sau eliptică, de arie maximă 1 m^2;
- ramele gurilor de încărcare au o înălţime de cca 0,75 m, deasupra punţii;
- capacele gurilor de încărcare trebuie să fie metalice şi să asigure închiderea ermetică a tancurilor de marfă;
- pereţii transversali şi longitudinali asigură o compartimentare riguroasă şi pot fi plaţi sau grofaţi şi de regulă se construiesc în sistem de osatură vertical, respectiv cu grofe orizontale sau verticale;
- osatura pereţilor longitudinali laterali este plasată spre borduri (în interiorul tancurilor laterale);
- suprastructurile şi rufurile sunt concentrate în castelul pupa, acestuia adăugându-i-se, în mod obligatoriu, teuga extinsă pe cel puţin 0,07·L;
- viteza economică a cargourilor pentru mărfuri generale este de 16-22 Nd şi de regulă, instalaţia de propulsie foloseşte, ca maşini principale, motoarele cu aprindere prin compresie (Diesel), lente sau semirapide, care antrenează elice cu pale fixe;
- compartimentul maşini este amplasat întotdeauna la pupa.

4.2.2. Nave transportoare de gaze lichefiate

Nava transportoare de gaze lichefiate este nava destinată transportului în vrac a gazelor lichefiate respectiv a gazelor lichefiate şi refrigerate.

Gazele care se transportă pe mare, în stare lichefiată, pot fi împărţite în două categorii, şi anume: gaze de rafinărie (butan, propan, propilenă, etilenă, etc.); gaze naturale (gazul butan).
La proiectarea şi construcţia navelor transportoare de gaze lichefiate trebuie avute în vedere şi următoarele:
- greutatea specifică redusă a mărfii de transportat, determină un pescaj mic, respectiv un bord liber mare, fapt care influenţează negativ stabilitatea la navigaţie pe mare agitată;
- pentru îmbunătăţirea stabilităţii şi pentru micşorarea greutăţii oţelului pe unitate de volum, se acceptă un raport mai mic;
- datorită lăţimii mari, se prevede bordaj dublu ce are rolul de a asigura rigidizarea corpului navei la solicitările de încovoiere şi torsiune;
- în vederea protejării mediului marin, precum şi pentru asigurarea securităţii transportului se recomandă un dublu fund cu o înălţime minimă de ;
- structura navei se proiectează astfel încât să se asigure spaţii de acces pentru verificarea rezervoarelor de marfă;
- viteza economică este de 15-20 Nd;
- compartimentul maşini şi castelul sunt amplasate la pupa.

4.3. Vrachiere

Vrachierul este nava pentru mărfuri uscate, special destinată transportului încărcăturilor cu diferite greutăţi specifice, depuse direct în magazii fără o ambalare prealabilă.
Se deosebesc trei categorii de vrachiere: specializate, combinate şi universale.
Vrachierele specializate sunt destinate pentru transportul unui anumit fel de marfă şi au denumiri corespunzătoare: mineraliere, carboniere, cerealiere, etc.
Vrachierele combinate sunt destinate pentru transportul a două feluri de marfă: minereu-cărbune, minereu-cereale, minereu-fosfaţi, bauxită-fosfaţi, minereu-petrol etc.
Vrachierele universale sunt destinate pentru a transporta, în aceeaşi cursă sau în curse diferite, orice marfă solidă sau lichidă în vrac.
S-au construit trei tipuri constructive de vrachiere universale, astfel:
- vrachiere cu tancuri de gurnă, tancuri de antiruliu şi dublu fund de înălţime normală;
- vrachiere cu doi pereţi longitudinali parţiali, tancuri de gurnă şi trei guri de magazii pe lăţimea navei;
- vrachiere cu magazii superioare de tip tweendeck.

Sistemul general de osatură, utilizat în construcţia vrachierelor, este combinat (pentru L < 180 m) sau longitudinal (pentru L > 180 m) şi prezintă următoarele particularităţi:
- planşeele de fund sunt cu dublu fund construit în sistem de osatură longitudinal;
- structura tancurilor laterale inferioare (de gurnă) şi a plafonului înclinat al acestora poate fi construită în sistem de osatură longitudinal sau transversal;
- planşeele de bordaj se construiesc în sistem de osatură transversal (pentru L < 180 m) sau longitudinal (pentru L > 180 m);
- corpul propriu-zis al navei este prevăzut cu o singură punte (puntea principală) construită în sistem de osatură longitudinal;
- tancurile laterale dispuse sub punte (tancurile de antiruliu) sunt construite în sistem de osatură longitudinal;
- pereţii transversali pot fi plaţi sau grofaţi;

- suprastructurile şi rufurile (cu excepţia teugii) sunt concentrate în castelul pupa;
- viteza economică a vrachierelor este de 14-18 Nd, iar instalaţia de propulsie foloseşte, ca maşini principale, motoare cu aprindere prin compresie (Diesel) lente, iar în unele cazuri turbine cu abur, care antrenează elice cu pale fixe;
- compartimentul de maşini este amplasat întotdeauna la pupa.

4.3.1. Mineraliere

Mineralierul este nava pentru mărfuri uscate destinată transportului aprioric de minereuri sau alte încărcături grele în vrac.

Fiind un vrachier specializat, mineralierul navigă cu marfă numai într-un singur sens, ceea ce, din punct de vedere economic, reprezintă un dezavantaj.

Comparativ cu celelalte mărfuri ce se transportă în vrac, minereurile au greutate specifică mare. Acest fapt are implicaţii directe asupra caracteristicilor constructive ale mineralierelor, care trebuie să îndeplinească printre altele şi următoarele condiţii:

- asigurarea unei rezistenţe sporite la încovoierea longitudinală verticală a corpului;
- amenajarea interioară a magaziilor de marfă trebuie astfel făcută încât minereul să se stivuiască la o înălţime corespunzătoare ridicării centrului de greutate deasupra centrului de carenă şi pentru a evita solicitările exagerate ale elementelor de structură;
- adoptarea unor forme constructive ale magaziilor de marfă care: să asigure evitarea deplasării minereului în caz de ruliu puternic; să ofere posibilitatea descărcării rapide cu ajutorul instalaţiilor portuare de mare productivitate; să creeze condiţii pentru autorujarea (aranjarea) minereului pe timpul încărcării.

Sistemul general de osatură, ce se aplică în construcţia mineralierelor, poate fi longitudinal (pentru $L > 180$ m) sau combinat (pentru $L \leq 180$ m) şi prezintă următoarele particularităţi:

- planşeele de fund sunt cu dublu fund supraînălţat construit în sistem de osatură longitudinal;
- planşeele de bordaj se construiesc în sistem de osatură transversal (pentru $L \leq 180$ m) sau longitudinal (pentru $L > 180$ m) şi pot să fie cu bordajul simplu sau dublu;
- corpul propriu-zis are o singură punte (puntea principală), construită în sistem de osatură longitudinal (gurile de magazii au dimensiuni mari şi sunt prevăzute cu capace metalice acţionate mecanic);
- pereţii transversali etanşi pot fi plaţi, construiţi în sistem de osatură vertical sau grofaţi, cu grofe verticale;
- pereţii longitudinali au o poziţie puţin înclinată şi sunt plaţi construiţi în sistem de osatură vertical (pentru $L \leq 180$ m) sau orizontal (pentru $L > 180$ m);
- suprastructurile şi rufurile, cu excepţia teugii, sunt concentrate în castelul pupa.

4.3.2. Petroliere-mineraliere

Petrolier-mineralierul este nava combinată destinată transportului în vrac a ţiţeiului şi a produselor petroliere, precum şi a minereurilor sau a altor mărfuri uscate (cu densitatea $\rho \leq 3$ t/m³).

Particularităţi constructive:

- au o singură punte şi doi pereţi longitudinali ce separă magazia centrală pentru minereu de tancurile laterale;
- magaziile centrale au dublu fund supraînălţat;
- sunt prevăzute cu sistem de osatură longitudinal la punte şi fund, transversal sau longitudinal la bordaje respectiv vertical sau orizontal la pereţii longitudinali;
- magazii centrale au pereţii transversali cu grofe verticale sau de tip coferdam, fiind dispuşi, la partea inferioară, pe postamente trapezoidale;

- pentru tancurile laterale, pereţii transversali pot fi atât plaţi cât şi grofaţi;
- compartimentul de maşini şi castelul sunt dispuse la pupa.

4.4. Cerealiere

Cerealiere este nava pentru mărfuri uscate special destinată transportului de cereale în vrac.

4.5. Nave portcontainer

Nava maritimă specializată pentru transportul containerelor poartă denumirea de navă portcontainer.

La proiectarea şi construcţia lor se impune luarea unor măsuri speciale, printre care:

- mărirea stabilităţii la oscilaţii transversale, prin reducerea razei gurnei şi utilizarea chilelor de ruliu sau a stabilizatorilor de ruliu cu aripi oscilante adecvate;
- mărirea stabilităţii la oscilaţii longitudinale, prin asigurarea unei lungimi bine proporţionată, în raport cu celelalte dimensiuni principale;
- pentru a împiedica inundarea punţii, bordul liber este cu cca 60% mai înalt decât la celelalte nave de transport mărfuri uscate, iar prova are o formă mai evazată;
- pentru asigurarea stabilităţii transversale, în condiţiile existenţei unei suprafeţe velice mari, se impune creşterea înălţimii metacentrice, respectiv a braţului stabilităţii statice, prin coborârea centrului de greutate;
- asigurarea unei structuri interioare a magaziilor, suficient de rezistentă, capabilă să preia sarcinile determinate de greutatea containerelor concentrată pe colţare;
- dispunerea în interiorul magaziilor a unor ferme longitudinale şi transversale, cu ghidaje, care permit stivuirea şi împiedică deplasarea containerelor în timpul oscilaţiilor navei;
- consolidarea cu pontili a porţiunilor de punte pe care se aşează containere;
- dimensionarea suporţilor de fixarea a containerelor pe punte astfel încât să reziste la o forţă dinamică egală cu de trei ori valoarea celei statice obişnuite.

De regulă, sistemul de osatură adoptat în construcţia navelor portcontainer este combinat, asigurându-se o structură capabilă să preia atât solicitările locale cât şi solicitările generale la încovoierea longitudinală şi la torsiune ale corpului.

La construcţia portcontainerelor mari, care reclamă luarea unor măsuri severe privitoare la asigurarea rezistenţei longitudinale, se poate aplica sistemul de osatură longitudinal. Se fac următoarele precizări:

- planşeele de fund sunt cu dublu fund, celular, construit în sistem de osatură longitudinal;
- planşeele de bordaj (cu bordajul simplu sau dublu) se construiesc în sistem de osatură transversal sau longitudinal;
- punţile sunt prevăzute cu una, două sau trei guri de magazie, dispuse în aceeaşi secţiune transversală, iar porţiunile de punte rămase se întăresc cu grinzi longitudinale simple sau de tip cheson;
- capacele gurilor de magazii sunt de tip ponton, capabile să suporte greutatea containerelor ce se ambarcă pe punte;
- pereţii transversali etanşi sunt plaţi construiţi în sistem de osatură vertical;
- majoritatea suprastructurilor şi rufurilor sunt concentrate într-un castel, ce poate fi dispus: la prova, la pupa, în zona extinsă pe L/3 de la perpendiculara pupa spre prova;
- compartimentul de maşini poate fi amplasat la pupa sau în zona extinsă pe L/3 de la perpendiculara pupa spre prova;
- instalaţia de propulsie foloseşte, ca maşini principale, motoare cu aprindere prin compresie (Diesel), lente sau semirapide, care antrenează elice cu pale fixe.

4.6. Nave portbarje

Nava maritimă specializată pentru transportul barjelor purtate, eventual şi al containerelor, este denumită navă portbarje.

Barja purtată este o navă de marfă, nepropulsată, exploatată fără echipaj, adaptată pentru a fi transportată pe nave special amenajate şi pentru remorcare-împingere în interiorul unei zone de navigaţie limitată, stabilită.

Nava de tip Lash este dotată cu o macara portal mobilă, ce asigură manipularea barjelor. Caracteristic acestui tip de navă este faptul că barjele sunt ridicate până la nivelul punţii principale şi deplasate, apoi, cu ajutorul unor platforme, prevăzută cu căi de rulare, până în dreptul magaziilor în care se depozitează.

Nava de tip EBCS se deosebeşte de tipul anterior prin aceea că barjele ce urmează a fi ridicate la bord sunt introduse, în stare de plutire, într-un tunel practicat în mijlocul navei. Sabordurile tunelului pot fi închise etanş în timpul navigaţiei.

Nava de tip Sea Bee are sistemul de manipulare a barjelor asemănător celui de la nava de tip Lash, însă barjele nu sunt ridicate până la nivelul punţii principale, ci numai până la nivelul punţii de depozitare pe care sunt introduse, apoi, prin împingerea platformei cărucior.

Nava de tip Bacat are pupa construită în sistem catamaran (cu două corpuri independente, situate la o distanţă oarecare). Barjele sunt introduse în tunelul de la pupa, format între cele două corpuri, şi ridicate până la nivelul punţii principale, de unde se distribuie pe navă.

Particularităţile constructiva ale navelor portbarje sunt aceleaşi ca la navele portcontainer.

4.7. Nave cu încărcare-descărcare pe orizontală

Nava cu încărcare-descărcare pe orizontală este nava special destinată pentru transportul diferitelor mijloace de transport pe roţi, respectiv pe şenile, cu sau fără încărcătură.

4.7.1. Nave Roll-on/Roll-off

Nava maritimă, cu încărcare-descărcare pe orizontală, specializată pentru transportul, pe toate punţile (inclusiv pe puntea suprastructurilor), a vehiculelor rutiere, pe roţi şi respectiv pe şenile, cu sau fără încărcătură, este denumită navă Roll-on/Roll-off.

În prezent există 3 tipuri constructive de nave Roll-on/Roll-off şi anume:

- nave Roll-on/Roll-off cu mai multe punţi, destinate transportului vehiculelor încărcate cu mărfuri paletizate sau containerizate;
- nave Roll-on/Roll-off în sistem celular, destinate transportului vehiculelor pe roţi şi a containerelor, care se stivuiesc în magazii special amenajate;
- nave Roll-on/Roll-off în sistem celular, cu o parte din spaţiul util amenajat convenţional, destinate atât pentru transportul vehiculelor pe roţi cât şi a mărfurilor uscate obişnuite.

La proiectarea şi construcţia navelor Roll-on/Roll-of se impune luarea unor măsuri speciale, astfel:

- construcţia şi compartimentarea trebuie astfel realizate încât să asigure o structură capabilă să reziste la sarcini locale mari şi spaţii de manevră pentru vehiculele ce se ambarcă;
- comparativ cu cargourile, la aceeaşi capacitate de încărcare, dimensiunile principale ale navelor Roll-on/Roll-off sunt mai mari;
- volumul specific mare al vehiculelor ce se transportă determină micşorarea pescajului şi creşterea înălţimii bordului liber;

- utilizarea unui număr mare de punţi continue, rigide, capabile să preia sarcini concentrate mari, transmise prin roţile vehiculelor;
- pentru a se crea spaţii deschise, pereţii transversali sunt înlocuiţi cu cadre transversale întărite, care vor prelua şi sarcinile orizontale transmise de încărcătură în timpul oscilaţiilor de ruliu;
- pentru efectuarea operaţiunilor de încărcare-descărcare, se prevăd: rampe articulate de navă, care se reazemă cu capătul liber pe cheu; rampe fixe sau lifturi;
- tancurile de balast şi de combustibil se prevăd în dublul fund şi în dublul bordaj.

Este recomandabil ca, în construcţia corpurilor de nave Roll-on/Roll-off, să se utilizeze sistemul de osatură combinat, care prezintă următoarele particularităţi:
- planşeele de fund sunt cu dublu fund construit în sistem de osatură longitudinal;
- planşeele de bordaj (cu bordajul simplu sau dublu) se construiesc în sistem de osatură transversal;
- punţile şi ramele fixe se construiesc în sistem de osatură longitudinal;
- pereţii transversali sunt plaţi construiţi în sistem de osatură vertical;
- pereţii longitudinali care delimitează tancurile laterale sunt construiţi în sistem de osatură vertical;
- suprastructurile pot să fie continue sau răzleţe;
- compartimentul de maşini este amplasat la partea inferioară din zona pupa;
- instalaţia de propulsie are, ca maşini principale, motoare cu aprindere prin compresie (Diesel), lente sau semirapide, capabile să asigure viteze economice de 18-24 Nd.

4.7.2. Nave feribot

Nava de construcţie specială destinată pentru transportul parcului rulant de cale ferată şi/sau a mijloacelor rutiere, precum şi a pasagerilor, este denumită feribot.

4.8. Nave de pescuit şi prelucrare a peştelui

Nava utilizată numai pentru prinderea peştelui, balenelor, focilor, morselor sau altor vietăţi ale apelor şi care are la bord cel mult 12 persoane specializate în prelucrarea capturilor este denumită navă de pescuit sau pescador.

După poziţia de lucru, în raport cu suprafaţa liberă a apei, sculele de pescuit se împart în trei categorii, şi anume: scule de suprafaţă; scule de adâncime; scule de fund.

În categoria sculelor de suprafaţă sunt incluse: năvoadele pungă; setcile inelare; setcile liniare.

Sculele de adâncime se deosebesc de plasele-drifeter numai prin faptul că se lasă mai adânc în apă, acolo unde trăiesc heringii.

Sculele de fund sunt plase în formă de saci conici sau tronconici denumite traule.

4.8.1. Traulerul

Utilizează ca sculă de pescuit traulul, de la care îi vine şi numele.

Sistemul general de osatură, ce se aplică în construcţia traulelor, este cel transversal şi prezintă următoarele particularităţi:
- planşeele de fund sunt cu simplu fund sau cu dublu fund construit în sistem de osatură transversal;
- planşeele de bordaj sunt construite în sistem de osatură transversal;
- planşeele de punte sunt construite în sistem de osatură transversal;
- pereţii transversali etanşi obligatorii şi semipereţii, de regulă sunt plaţi construiţi în sistem de osatură vertical;
- în zona slipului, extremitatea pupa este întărită cu elemente longitudinale şi transversale suplimentare;
- parapetul din zona prova are structura întărită.

4.8.2. Drifterul este mai mic decât traulerul şi utilizează ca sculă de pescuit setca liniară.
Caracteristici constructive:
- au corp metalic de lungime ce nu depăşeşte 30 m;
- sunt construite în sistem de osatură transversal;
- au o singură punte continuă;
- sunt prevăzute cu teugă şi castel central.

4.8.3. Sainerul foloseşte năvodul pungă.
Caracteristici constructive:
- au corp metalic de lungime ce nu depăşeşte 30 m;
- sunt construite în sistem de osatură transversal;
- au o singură punte continuă şi parapet supraînălţat;
- nu au teugă, dar au castel central.

4.9. Nave frigorifice

Nava de construcţie specială destinată pentru transportul produselor perisabile la temperaturi scăzute, asigurându-se menţinerea lor în stare proaspătă prin refrigerare sau prin congelare, poartă denumirea de navă frigorifică.
După regimurile de răcire şi natura mărfurilor transportate, navele frigorifice se împart în 4 categorii, astfel:
- nave pentru transportul produselor răcite prin ventilaţie;
- nave pentru transportul produselor refrigerate;
- nave pentru transportul produselor congelate;
- nave frigorifice universale.

4.10. Spărgătoare de gheaţă

Nava special construită sau amenajată pentru spargerea gheţii compacte şi a sloiurilor din porturi, de pe fluvii şi mări, în vederea redeschiderii unor bazine şi şenale navigabile blocate, se numeşte spărgător de gheaţă.
Date fiind condiţiile de navigaţie speciale, corpul spărgătoarelor de gheaţă este supus unor solicitări locale, atât transversale cât şi longitudinale şi din acest motiv, sistemul general de osatură, ce se aplică în construcţia spărgătoarelor de gheaţă, este cel mixt, care prezintă următoarele particularităţi:
- planşeele de bordaj sunt prevăzute cu coaste dispuse normal pe înveliş şi la distanţe minime admisibile unele de altele (400 mm);
- legăturile longitudinale ale bordajelor sunt formate din punţi, platforme şi stringheri;
- pereţii transversali sunt construiţi în sistemul de osatură orizontal, capabil să preia sarcinile de compresiune mari, rezultate din impactul cu blocurile de gheaţă;
- pereţii longitudinali laterali, extinşi pe o parte din lungimea navei, în zona de mijloc, se construiesc în sistem de osatură orizontal sau vertical;
- etrava este formată din două segmente de linie dreaptă sau curbă, cu înclinări diferite şi se construieşte, de regulă, din oţel turnat;
- în zona plutirilor variabile, tablele învelişului sunt îngroşate;
- secţiunea cuplului maestru este, de obicei, în formă de pană, pentru a evita defectele grave de deformare în cazul prinderii navei între gheţuri;
- propulsia se asigură cu ajutorul instalaţiilor Diesel-electrice sau turboelectrice de puteri mari sau generatoare de abur care funcţionează cu energie atomică.

4.11. Remorchere

Nava destinată transportului şi manevrei, prin tracţiune sau împingere, a altor nave sau a altor construcţii navale plutitoare poartă denumirea de remorcher.

Remorcherele de linie (de mare liberă) efectuează remorcaje pe distanţe mari.
Remorcherele portuare efectuează remorcaje şi ajută la manevra navelor mari în interiorul sau în radele porturilor.
Remorcherele de salvare sunt destinate, în special, pentru: scoaterea de pe uscat a navelor eşuate, ajutarea navelor avariate sau incendiate pe timpul navigaţiei şi remorcarea acestora până în portul cel mai apropiat.
Sistemul general de osatură folosit în construcţia corpurilor de remorchere, este cel transversal şi prezintă particularităţile:

- planşeele de fund sunt cu simplu fund construit în sistem de osatură transversal având chila plată sau masivă;
- planşeele de bordaj sunt construite în sistem de osatură transversal;
- planşeele de punte, construite în sistem de osatură transversal, au structura întărită în locul de amplasare a vinciurilor de remorcaj;
- pereţii transversali etanşi obligatorii sun plaţi construiţi în sistem de osatură vertical;
- învelişul exterior este protejat printr-un brâu metalic sau elastic la nivelul punţii principale şi al punţii teugii.

4.12. Nave de pasageri

Nava special destinată transportului de călători, colete şi scrisori sau orice altă navă care transportă mai mult de 12 călători este denumită navă de pasageri.
La proiectarea şi construcţia navelor de pasageri trebuie avute în vedere următoarele cerinţe specifice:

- în vederea obţinerii unor viteze mari, se proiectează carene cu forme fine $(C_B = 0{,}5...0{,}68)$;
- asigurarea stabilităţii statice transversale astfel încât, în cazul aglomerării efectiv posibile a tuturor pasagerilor pe puntea superioară accesibilă, într-un singur bord şi cât mai aproape de parapet, unghiul de înclinare statică să nu fie mai mare decât unghiul la care puntea etanşe expusă intră în apă sau la care gurna iese din apă;
- evitarea stabilităţii excesive şi asigurarea unor oscilaţii line, prin dispunerea corespunzătoare a centrului de greutate şi utilizarea unor dispozitive şi instalaţii de atenuare (chile sau aripi de ruliu, tancuri de ruliu, sisteme giroscopice);
- compartimentarea riguroasă a corpului etanş astfel încât să fie asigurate condiţiile speciale de nescufundabilitate, impuse acestei categorii de nave;
- majoritatea compartimentelor de locuit şi a celorlalte amenajări destinate pasagerilor sunt amplasate deasupra punţii principale;
- sub puntea principală se amenajează spaţiile destinate compartimentelor maşini, tancurilor, magaziilor pentru provizii sau bagaje;
- amenajarea căilor de acces ale pasagerilor, spre ieşirile în caz de pericol, cât mai clare şi scurte;
- alegerea şi amplasarea instalaţiei de propulsie se face astfel încât nivelul zgomotului şi al vibraţiilor să corespundă condiţiilor de confort impuse.

Sistemul de osatură, aplicat în construcţia navelor de pasageri poate să fie transversal sau combinat. Suprastructurile şi rufurile sunt extinse aproape pe toată lungimea navei şi includ în ele o mare parte din amenajările pentru pasageri şi echipaj, respectiv cabina de comandă.
De regulă, compartimentul maşini este dispus în zona centrală a corpului.

5. Elasticitatea generală a corpului navei

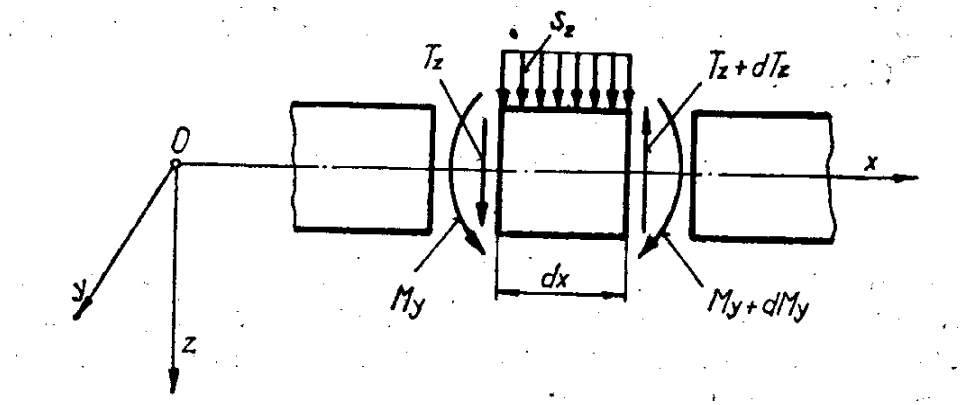
Corpul navei, considerat ca o grindă elastică de formă complexă, este supus pe timpul exploatării unor sarcini generale numeroase şi variate, care pot acţiona static (greutăţile ce compun deplasamentul, forţele de presiune hidrostatice, reacţiunile scaunelor de cală şi doc etc.) sau dinamic (forţele de inerţie provocate de mişcările oscilatorii, forţele de presiune hidrodinamice, forţele produse de vibraţii etc.). Aceste sarcini determină în structura corpului navei:

- solicitări generale simple: încovoierea (longitudinală verticală, longitudinală orizontală, transversală), forfecarea (longitudinală verticală, longitudinală orizontală, transversală), torsiunea;
- solicitări generale compuse: încovoiere cu forfecare, încovoiere cu torsiune, încovoiere cu forfecare şi torsiune;
- solicitări generale de oboseală (provocate de sarcinile dinamice sau de vibraţiile corpului navei).

5.1. Sarcinile generale care acţionează asupra corpului navei

Cunoaşterea sarcinilor generale, ce acţionează asupra navei în diferitele condiţii de exploatare, permite determinarea eforturilor secţionale care, în acest caz, sunt reprezentate prin forţe tăietoare şi momente încovoietoare. Prin urmare, este necesar să se stabilească, în prealabil, relaţiile de legătură dintre eforturile secţionale menţionate mai înainte şi sarcinile care determină apariţia lor în grinda navă. În acest scop, se consideră un segment elementar, de lungime *dx*, extras din grinda navă, raportat la sistemul de referinţă cartezian drept *Oxyz* şi supus acţiunii unui sistem de sarcini verticale.

Sistemul de referinţă are: originea *O*, situată la înălţimea *0,5·D* faţă de PB, pe axa de simetrie a secţiunii transversale ce delimitează la pupa lungimea teoretică a navei; axa *Ox*, dispusă după direcţia longitudinală orizontală, cu sensul pozitiv spre prova; axa *Oy*, dispusă după direcţia transversală orizontală, cu sensul pozitiv spre bordul tribord; axa *Oz*, dispusă după direcţia verticală, cu sensul pozitiv spre chilă.



De regulă, sarcinile care acţionează asupra corpului navei se repartizează, pe lungimea lui, după anumite legi. Oricare ar fi legea de repartizare, sarcina verticală ce revine segmentului elementar de navă, poate fi considerată uniform repartizată având intensitatea unitară (sarcina pe unitatea de lungime) $s_z(x)$. Influenţa părţilor din navă învecinate, asupra segmentului considerat, este dată de eforturile secţionale: pe faţa din stânga, forţa tăietoare T_z şi momentul încovoietor M_y; pe faţa din dreapta, forţa tăietoare $T_z + dT_z$ şi momentul încovoietor $M_y + dM_y$.

În continuare, se pun condiţiile de echilibru static pentru segmentul de navă. Condiţia de echilibru static referitoare la forţe $\left(\sum F = 0\right)$ se scrie sub forma

$$T_z + s_z dx - (T_z + dT_z) = 0,$$

de unde

$$dT_z = s_z dx.$$

Condiţia de echilibru static referitoare la momente $\left(\sum M = 0\right)$, calculate faţă de unul din capete (spre exemplu cel din dreapta), este

$$M_y + T_z dx + s_z \frac{dx^2}{2} - (M_y + dM_y) = 0$$

de unde, dacă se neglijează termenul în dx^2, rezultă:

$$dM_y = T_z dx.$$

Integrând $dT_z = s_z dx$ pe intervalul $[0, x]$, se obţine forţa tăietoare verticală din secţiunea transversală de abscisă *x*, adică $T_{zx} = \int_0^x s_z dx + C_1$.

Integrând $dM_y = T_z dx$, pe intervalul $[0, x]$ şi ţinând cont că $T_{zx} = \int_0^x s_z dx + C_1$, se obţine momentul încovoietor din secţiunea transversală de abscisă *x*, adică

$$M_{yx} = \int_0^x \int_0^x s_z dx dx + C_1 x + C_2.$$

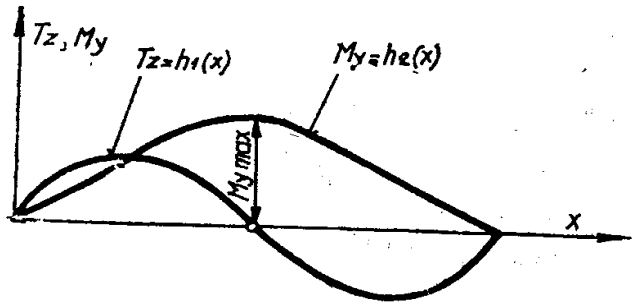
Constantele de integrare C_1, C_2 se determină din condiţiile la limită care, pentru grinda navă (liberă la capete), sunt: la $x = 0$, $T_{zx} = 0$ şi $M_{yx} = 0$; la $x = L_{CWL}$, $T_{zx} = 0$ şi $M_{yx} = 0$.

Se observă că $C_1 = 0$, $C_2 = 0$ şi astfel avem:

$$T_{zx} = \int_0^x s_z dx \qquad [kN]$$

$$M_{yx} = \int_0^x \int_0^x s_z dx dx = \int_0^x T_z dx \quad [kNm]$$

Graficele funcţiilor $T_z = h_1(x)$ şi $M_y = h_2(x)$ determinate mai sus, pentru $x \in [0, L_{CWL}]$, constituie diagramele de eforturi secţionale pentru încovoierea longitudinală verticală (diagramele de forţe tăietoare şi de momente încovoietoare pentru încovoierea longitudinală verticală).



Consideraţiile referitoare la calculul şi la reprezentarea grafică a eforturilor secţionale, corespunzătoare încovoierii longitudinale verticale, sunt valabile şi pentru celelalte tipuri de încovoiere generală a corpului navei (longitudinală orizontală şi transversală), modificându-se doar simbolurile mărimilor studiate.

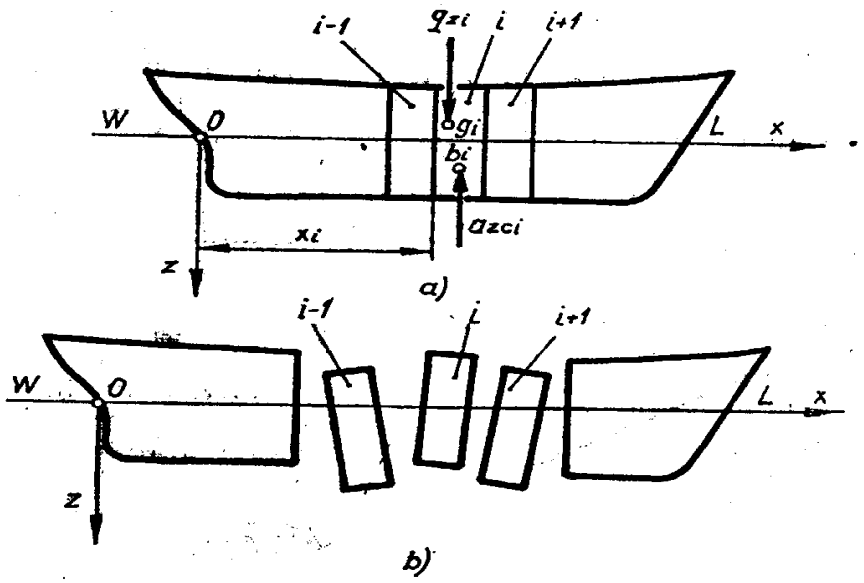
5.2. Aşezarea navei pe apă calmă

Corpul navei, aflat în regim static sau dinamic, de plutire liberă pe apă calmă este supus acţiunii unei sarcini generale verticale determinată de existenţa a două forţe, şi anume:

- forţa de greutate sau de deplasament $\overrightarrow{F_g}$, având mărimea Δ , sensul axei Oz şi punctul de aplicaţie în centrul G, de greutate al navei;
- componenta verticală $\overrightarrow{F_{pz}}$, a forţei de presiune $\overrightarrow{F_p}$, având mărimea $\gamma\nabla$, sensul contrar axei *Oz* şi punctul de aplicaţie în centrul B, de carenă al navei.

În studiul elasticităţii generale a corpului navei, împingerea Arhimede, γV , determinată în ipoteza exercitării presiunii hidrostatice pe suprafaţa teoretică a carenei, se înlocuieşte cu $\gamma\nabla = k(\gamma V)$, întrucât aceasta corespunde exercitării presiunii hidrostatice pe suprafaţa udată reală a carenei.
Condiţiile echilibru devin în acest caz:

$$\Delta = \gamma\nabla;\ x_G = x_B .$$



Se presupune că grinda navă este împărţită, fictiv, în n segmente de lungime unitară. Cele două forţe verticale care acţionează asupra unui segment i, situat la distanţa x_i faţă de originea sistemului de referinţă Oxyz, sunt: forţa de greutate având mărimea q_{zi} , direcţia şi sensul axei Oz şi punctul de aplicaţie g_i ; forţa de împingere Arhimede având mărimea a_{zci} , direcţia axei Oz şi sensul contrar acesteia şi punctul de aplicaţie b_i . Făcând sumarea după i, rezultă $\Delta = \sum_{i=1}^{n} q_{zi}$ şi $\gamma\nabla = \sum_{i=1}^{n} a_{zci}$, care respectă condiţiile de echilibru.
Întrucât, legile de repartiţie ale greutăţilor şi împingerilor Arhimede pe lungimea navei diferă, atunci $q_{zi} \neq a_{zci};\ x_{gi} \neq x_{bi},\ i = \overline{1,n}$.
Lăsate libere, deci fără legături între ele şi supuse condiţiilor de mai sus segmentele de lungime unitară efectuează deplasări verticale şi rotiri în planul xOz căutându-şi poziţiile de echilibru.
În realitate, segmentele fictive considerate nu sunt libere, tendinţa lor de a efectua mişcările menţionate mai înainte determină apariţia eforturilor secţionale T_z şi M_y , în secţiunile transversale ale grinzii navă.
Prin urmare, sarcina ce revine segmentului i este nenulă şi rezultă din compunerea celor două forţe. Mărimea acestei sarcini se determină cu relaţia

$$s_{zci} = q_{zi} - a_{zci},\ i = \overline{1, n}\ .$$

În cazul general, relaţia de mai sus se scrie: $s_{zc} = q_z - a_{zc} \qquad [kN/m]$,

unde: q_z, a_{zc}, s_{zc} sunt intensităţile unitare ale forţei de greutate, forţei de împingere Arhimede şi sarcinii verticale, în dreptul secţiunii transversale de abscisă x, la aşezarea navei pe apă calmă şi se măsoară în kN/m.

Cele trei intensităţi unitare variază pe lungimea navei după anumite legi. Graficele funcţiilor $q_z = f_1(x),\ a_{zc} = f_{2c}(x),\ s_{zc} = f_{3c}(x)$, pentru $x \in [0,\ L_{CWL}]$, constituie diagramele de repartizare ale greutăţilor, împingerilor Arhimede şi sarcinilor pe lungimea grinzii navă, pentru încovoierea longitudinală verticală, la aşezarea pe apă calmă.

- Diagrama de repartizare a greutăţilor

Deplasamentul Δ, care, în definitiv, reprezintă mărimea rezultantei greutăţilor exercitate asupra corpului navei, se calculează cu relaţia $\Delta = \gamma\nabla;\ x_G = x_B$.

Pentru trasarea diagramei de repartizare a deplasamentului Δ, pe lungimea grinzii navă, este necesar să se detalieze, pe grupe şi subgrupe de greutăţi, cele două componente ale lui. De asemenea, se impune stabilirea modalităţilor de calcul şi de repartizare ale grupelor, respectiv subgrupelor, de greutăţi rezultate din această detaliere. În contextul menţiunilor făcute mai înainte, relaţia $\Delta = \Delta_{gol} + \Delta_{dw}$ [kN] poate fi scrisă astfel:

$$\Delta = \Delta_{gol} + \Delta_{dw} = \sum_{j=1}^{8} Q_j + \sum_{j=9}^{12} Q_j\,[kN],$$

unde s-au făcut notaţiile:

$$\Delta_{gol} = \sum_{j=1}^{8} Q_j;\ \Delta_{dw} = \sum_{j=9}^{12} Q_j\ .$$

Se fac notaţiile: $Q_1 = Q_c$ este greutatea corpului navei; $Q_2 = Q_{inst}$ este greutatea instalaţiilor auxiliare de bord; $Q_3 = Q_{sist}$ este greutatea sistemelor navale de bord; $Q_4 = Q_e$ este greutatea instalaţiei energetice; $Q_5 = Q_{ie}$ este greutatea instalaţiilor electrice; $Q_6 = Q_{balast}$ este greutatea balastului; $Q_7 = Q_{rd}$ este greutatea corespunzătoare rezervei de deplasament; $Q_8 = Q_{il}$ este greutatea lichidelor neconsumabile de la bord; $Q_9 = Q_{c+u+a}$ este greutatea rezervelor de combustibil, ulei şi apă tehnică; $Q_{10} = Q_{ech}$ este greutatea echipajului, bagajelor şi proviziilor acestuia; $Q_{11} = Q_{rez}$ este greutatea încărcăturilor de rezervă; $Q_{12} = Q_u$ este greutatea încărcăturii utile (greutatea mărfii transportate).

Posibilităţile de transport ale navelor comerciale sunt caracterizate prin intermediul a doi coeficienţi, şi anume:

- coeficientul de utilizare a deplasamentului pentru încărcătura deadweight

$$\eta_{dw} = \frac{\Delta_{dw}}{\Delta} = \sum_{j=9}^{12} \frac{Q_j}{\Delta};$$

- coeficientul de utilizare a deplasamentului pentru încărcătura utilă

$$\eta_u = \frac{Q_u}{\Delta} = \frac{Q_{12}}{\Delta}\ .$$

Determinarea diagramei de repartizare a greutăţilor în cazul calculului exact.

Dacă se dispune de execuţie, atunci sunt cunoscute valorile greutăţilor din

compunerea deplasamentului, precum şi repartizarea lor pe diferite porţiuni din lungimea grinzii navă. În acest caz, pentru determinarea datelor necesare trasării diagramei de repartizare a greutăţilor, se recomandă folosirea metodei tabelare. Lungimea teoretică L_{CWL}, a navei, este împărţită în n părţi egale, ca la trasarea planului de forme. Cuplele teoretice $i=\overline{0,n}$, corespunzătoare punctelor de divizare, delimitează n segmente, de lungime $\lambda=\frac{L_{CWL}}{n}$, denumite compartimente teoretice.

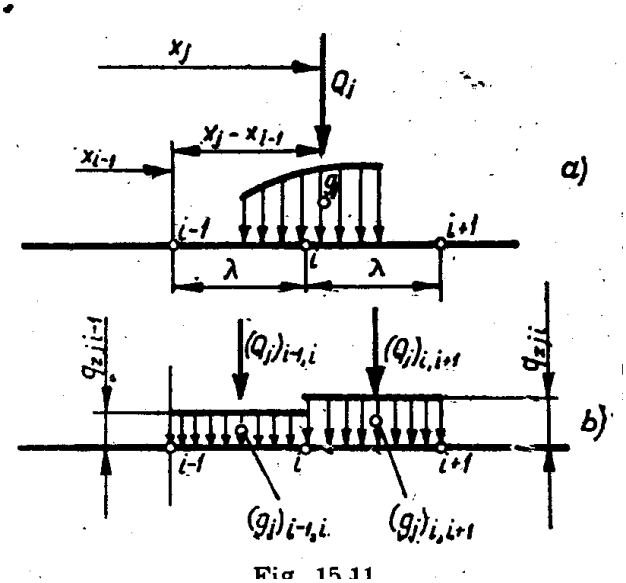


Fig. 15.11

Din calculele şi planurile asociate proiectului de execuţie, se extrag valorile greutăţilor tuturor grupelor şi subgrupelor care compun deplasamentul, precum şi poziţiile centrelor lor de greutate. De asemenea, se stabilesc porţiunile, din lungimea grinzii navă, pe care se extind fiecare dintre aceste greutăţi. Apoi, fiecare greutate în parte este repartizată uniform pe compartimente teoretice. Această repartizare se face astfel încât centrele de greutate ale tuturor greutăţilor să-şi păstreze poziţiile lor reale. Spre exemplificare, se consideră o greutate având valoarea totală Q_j, repartizată după o lege neuniformă $q_{zj}(x)$, pe o anumită porţiune din lungimea grinzii navă dispusă în zona compartimentelor teoretice delimitate de cuplele $i-1,i,i+1$. Centrul de greutate g_j, al Q_j, este situat la distanţa x_j-x_{i-1}, faţă de cupla teoretică $i-1$. Se înlocuieşte Q_j cu două greutăţi $(Q_j)_{i-1,i}=q_{zji-1}\lambda$ şi $(Q_j)_{i,i+1}=q_{zji}\lambda$, repartizate uniform pe lungimile compartimentelor teoretice delimitate de cuplele $i-1$ şi i respectiv i şi $i+1$. Centrele de greutate $(g_j)_{i-1,i},(g_j)_{i,i+1}$ ale $(Q_j)_{i-1,i},(Q_j)_{i,i+1}$ sunt situate la distanţele $\frac{\lambda}{2},\frac{3\lambda}{2}$, faţă de cupla teoretică $i-1$. Repartizarea este corectă dacă:

$$\lambda\left(q_{zji-1}+q_{zji}\right)=Q_j;$$

$$\left(\frac{\lambda^2}{2}\right)\left(q_{zji-1}+3q_{zji}\right)=Q_j\left(x_j-x_{i-1}\right)$$

de unde rezultă q_{zji-1} şi q_{zji}.

Analog, se face repartizarea uniformă a tuturor greutăţilor ce compun deplasamentul, pe compartimente teoretice.

Însumând toate greutăţile uniform repartizate, care revin fiecărui compartiment teoretic, se obţin, prin împărţire la λ, ordonatele $(q_z)_{i,i+1}, i=\overline{0,n-1}$, ale diagramei de repartizare $q_z = f_1(x)$.

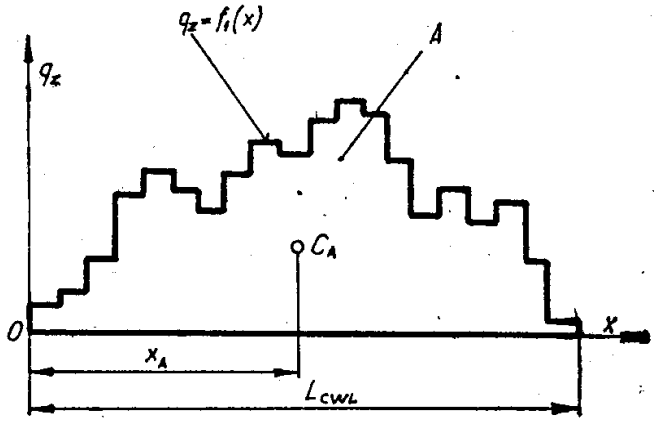
Calculele se reprezintă sistematizat, iar diagrama de repartizare în trepte, rezultată are două proprietăţi.

teoretice

Denumirea grupelor de greutăţi	Greutăţi ce revin compartimentelor teoretice, de lungime λ, cuprinse între cuplele i, $i+1$, pentru $i=\overline{0,n-1}$					Greutatea totală a grupei
	0,1	1,2	2,3	...	$n-1, n$	
1. Corpul navei 2. Instalaţii auxiliare de bord 3. Sisteme navale de bord 4. Instalaţia energetică 5. Instalaţii electrice 6. Balast 7. Rezerva de deplasament 8. Lichide neconsumabile 9. Rezerve de combustibil, ulei şi apă tehnică 10. Echipajul, bagajele şi proviziile acestuia 11. Încărcături de rezervă 12. Încărcătura utilă						
Sumele coloanelor $(\sum_{i,i+1})$						$\sum\downarrow = \Delta$
Abscisa centrului de greutate a compartimentului $x_{gi,i+1}$	0,5λ	1,5λ	2;5λ	...	(n−0,5)λ	
Momentele statice $(\sum_{i,i+1} \cdot x_{gi,i+1})$						$\vec{\sum}$

P1: Aria A, de sub graficul funcţiei $q_z = f_1(x)$, reprezintă, la scară, deplasamentul.

P2: Abscisa x_A, a centrului de greutate al suprafeţei aflată sub graficul funcţiei $q_z = f_1(x)$, este egală cu abscisa x_G, a centrului de greutate al navei.



Cele două proprietăţi se pot verifica astfel: aria A este dată de suma ultimei coloane; abscisa x_A este dată de raportul dintre suma ultimului rând şi suma ultimei coloane.

- Diagrama de repartizare a împingerilor Arhimede

În principiu, diagrama de repartizare a împingerilor Arhimede rezultă din modul de repartizare a volumului carenei pe lungimea navei. Prin urmare, având la dispoziţie scara Bonjean, reprezentarea graficului funcţiei $a_{zc} = f_{2c}(x)$ se obţine cu uşurinţă.

Împingerea Arhimede, corespunzătoare unui compartiment teoretic cuprins între cuplele $i, i+1$, este:

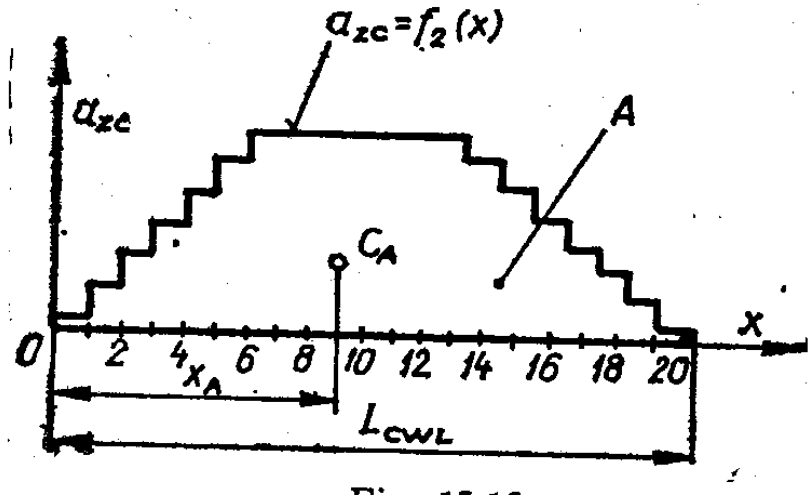
$$\delta(\gamma\nabla)_{i,i+1} = \frac{1}{2}\gamma \cdot k\left(A_{xi} + A_{xi+1}\right)\lambda = \lambda\left(a_{zc}\right)_{i,i+1},\ i = \overline{0,n-1} \quad [kN]$$

unde:

$$\left(a_{zc}\right)_{i,i+1} = \frac{1}{2}\gamma \cdot k\left(A_{xi} + A_{xi+1}\right) = \frac{1{,}01}{2}\gamma\left(A_{xi} + A_{xi+1}\right),\ i = \overline{0,n-1}\ \ [kN/m]$$

reprezintă împingerea Arhimedică unitară, γ greutatea specifică a apei, în kN/m³,

$\lambda = \frac{L_{CWL}}{n}$ lungimea compartimentului teoretic, în m, iar coeficientul k = 1,01 asigură trecerea de la suprafaţa teoretică, pentru care s-a calculat scara Bonjean, la suprafaţa udată reală.



Ariile transversale imerse A_{xi}, A_{xi+1}, ale cuplelor teoretice i şi $i+1$, necesare în formulele de mai sus, se determină din scara Bonjean.

Luând ca ordonate valorile $\left(a_{zc}\right)_{i,i+1},\ i = \overline{0,n-1}$ calculate mai sus, se poate trasa graficul funcţiei $a_{zc} = f_{2c}(x)$, de repartizare în trepte a împingerilor Arhimede pe lungimea grinzii navă care are două proprietăţi.

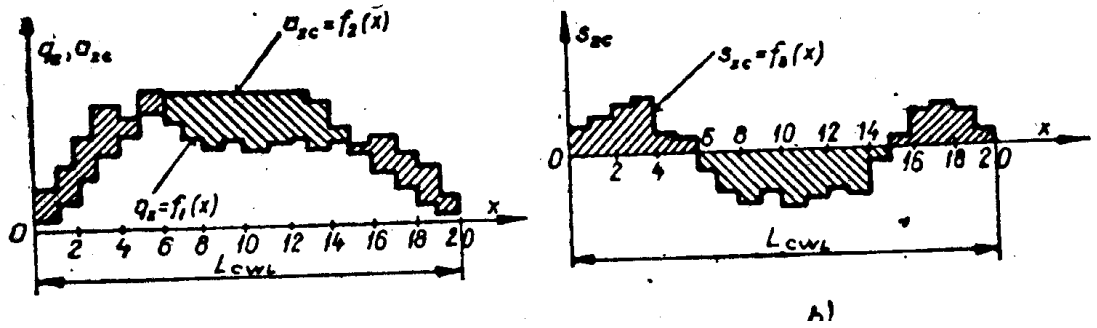
P1: Aria A, a suprafeţei aflată sub graficul funcţiei $a_{zc} = f_{2c}(x)$, reprezintă, la scară, împingerea Arhimede totală $\gamma\nabla$.

P2: Abscisa x_A, a centrului de greutate al suprafeţei aflată sub graficul funcţiei $a_{zc} = f_{2c}(x)$, este egală cu abscisa x_B, a centrului de carenă corespunzător plutirii navei.

- Diagrama de repartizare a sarcinilor

Ordonatele punctelor graficului funcţiei $s_{zc} = f_{3c}(x)$ se determină cu relaţia $s_{zci} = q_{zi} - a_{zci},\ i = \overline{1,n}$. Prin urmare, dacă se suprapun diagramele de repartizare în trepte, a greutăţilor şi a împingerilor Arhimide, făcând diferenţa dintre ariile pe care le generează, rezultă diagrama de repartizare în trepte a sarcinilor, care are două proprietăţi.

P1: Aria limitată de graficul funcţiei $s_{zc} = f_{3c}(x)$ situată deasupra axei absciselor (ce reprezintă excesul de greutăţi) este egală cu aria limitată de graficul aceleiaşi funcţii situată sub axa absciselor (ce reprezintă excesul de împingeri Arhimede).



a)

P2: Centrul de greutate al suprafeţei limitată de graficul funcţiei $s_{zc} = f_{3c}(x)$ situată deasupra axei absciselor se află pe aceeaşi verticală cu centrul de greutate al suprafeţei limitată de graficul aceleiaşi funcţii situată sub axa absciselor.

- Diagramele de repartizare a eforturilor secţionale

La aşezarea navei pe apă calmă, relaţia generală $T_{zx} = \int_0^x s_z dx$, a forţei tăietoare, se poate scrie sub forma $T_{zcx} = \int_0^x s_{zc} dx \ [kN]$,

care, particularizată pentru secţiunea transversală corespunzătoare cuplei teoretice $i+1 = \overline{0,n}$, devine

$$T_{zci+1} = \int_0^{xi+1} s_{zc} dx \ \ [kN].$$

Cupla teoretică $i+1$	$(q_z)_{i,i+1}$, $i=\overline{0,n-1}$ kN/m	$(a_{zc})_{i,i+1}$, $i=\overline{0,n-1}$ kN/m	$(s_{zc})_{i,i+1}$ = II − III kN/m	Suma coloanei IV kN/m	T_{zci+1} = λ · V kN	Suma integrală a coloanei VI kN	M_{yci+1} = (λ/2)·VII kNm
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
0				0	T_{zc0}	0	M_{yc0}
1	$(q_z)_{0,1}$	$(a_{zc})_{0,1}$	$(s_{zc})_{0,1}$	$0 + (s_{zc})_{0,1}$	T_{zc1}	$0 + (T_{zc0} + T_{zc1})$	M_{yc1}
2	$(q_z)_{1,2}$	$(a_{zc})_{1,2}$	$(s_{zc})_{1,2}$	$0 + (s_{zc})_{0,1} + (s_{zc})_{1,2}$	T_{zc2}	$0 + (T_{zc0} + T_{zc1}) + (T_{zc1} + T_{zc2})$	M_{yc2}
. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
$n-1$	. . .	. . .	. . .	. . .	T_{zcn-1}	. . .	M_{ycn-1}
n	$(q_z)_{n-1,n}$	$(a_{zc})_{n-1,n}$	$(s_{zc})_{n-1,n}$	$0 + (s_{zc})_{0,1} + \ldots + (s_{zc})_{n-1,n}$	T_{zcn}	$0 + (T_{zc0} + T_{zc1}) + \ldots + (T_{zcn-1} + T_{zcn})$	M_{ycn}

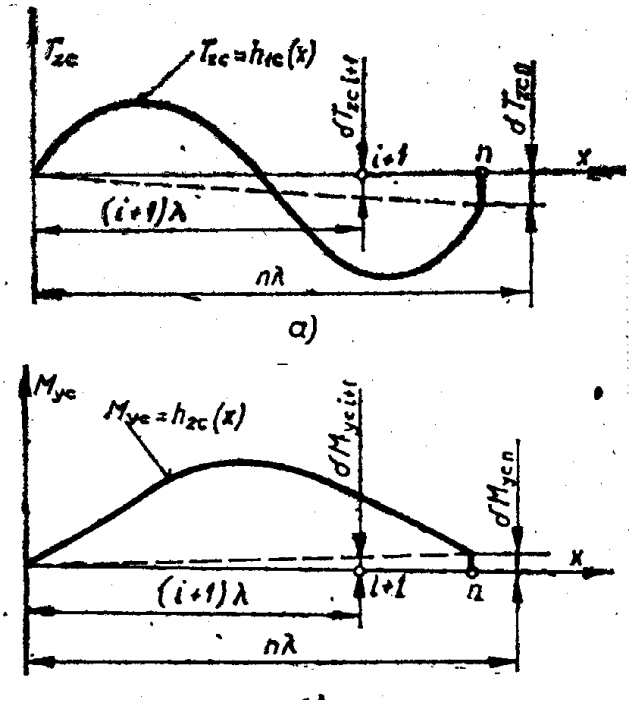
La aşezarea navei pe apă calmă, relaţia generală $M_{yx} = \int_0^x \int_0^x s_z dx dx = \int_0^z T_z dx \ \ [kNm]$, a momentului încovoietor, se poate pune sub forma

$$M_{y\,cx} = \int_0^z T_{z\,c}\,dx \quad [kNm],$$

care, particularizată pentru secţiunea transversală corespunzătoare cuplei teoretice $i+1 = \overline{0,n}$, devine

$$M_{y\,ci+1} = \int_0^{z\,i+1} T_{z\,c}\,dx \quad [kNm].$$

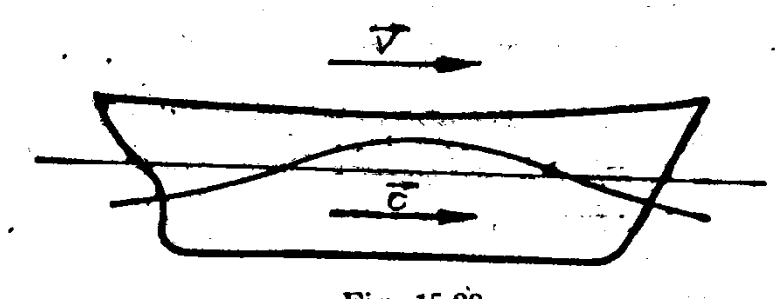
Cu valorile rezultate în coloanele VI, VIII, ale tabelului, se trasează diagramele de repartizare a eforturilor secţionale $T_{zc} = h_{1c}(x)$ şi $M_{yc} = h_{2c}(x)$ au aspectul general prezentat în figurile de mai jos.



Diagramele de repartizare a eforturilor secţionale trebuie să se închidă la $x = L_{CWL}$.

5.3. Aşezarea statică a navei pe val

În timpul navigaţiei pe mare agitată, acţiunea valurilor modifică repartizarea presiunilor pe suprafaţa udată a carenei (presiunilor hidrostatice li se adaugă presiunile hidrodinamice). Aceste modificări au implicaţii directe asupra diagramelor de repartizare a sarcinilor şi respectiv a eforturilor secţionale, pe lungimea grinzii navă (momentele încovoietoare, la aşezarea navei pe val, sunt mult mai mari decât pe apă calmă).



- Diagramele de repartizare a eforturilor secţionale suplimentare

Relaţia de calcul a forţei tăietoare suplimentare, la aşezarea statică a navei pe val, se obţine transcriind formula $T_{zx} = \int_0^x s_z\,dx$ sub forma

$$T_{zsVx} = \int_0^x s_{zsV}\,dx \quad [\text{kN}],$$

care, particularizată pentru secţiunea transversală corespunzătoare cuplei teoretice $i+1=\overline{0,n}$, devine

$$T_{zsV\,i+1} = \int_0^{x_{i+1}} s_{zsV}\,dx \quad [kN].$$

Relaţia generală de calcul a momentului încovoietor suplimentar, la aşezarea statică a navei pe val, se obţine transcriind formula $M_{yx} = \int_0^x \int_0^x s_z\,dxdx = \int_0^x T_z\,dx \quad [kNm]$ sub forma $M_{ysVx} = \int_0^x T_{z\,sV}\,dx \quad [kNm]$,

Tabelul 15.16. **Calculul T_{zsVi+1}, M_{ysVi+1}, $i+1=\overline{0,n}$ ($\lambda = L_{CWL}/n = \ldots$ m)**

Cupla teoretică $i+1$	$(s_{zsV})_{i,\,i+1}$ kN/m	Suma coloanei II kN/m	$T_{zsVi+1} = \lambda \cdot$ III kN	Suma integrală a coloanei IV kN	$M_{ysVi+1} = (\lambda/2) \cdot$ V kNm
I	II	III	IV	V	VI
0		0	T_{zsV0}	0	M_{ysV0}
1	$(s_{zsV})_{0,1}$	$0 + (s_{zsV})_{0,1}$	T_{zsV1}	$0 + (T_{zsV0} + T_{zsV1})$	M_{ysV1}
2	$(s_{zsV})_{1,2}$	$0 + (s_{zsV})_{0,1} + (s_{zsV})_{1,2}$	T_{zsV2}	$0 + (T_{zsV0} + T_{zsV1}) + (T_{zsV1} + T_{zsV2})$	M_{ysV2}
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
$n-1$	$(s_{zsV})_{n-1,\,n}$	⋮	⋮	⋮	⋮
n		$0 + (s_{zsV})_{0,1} + \ldots + (s_{zsV})_{n-1,\,n}$	T_{zsVn}	$0 + (T_{zsV0} + T_{zsV1}) + \ldots + (T_{zsVn-1} + T_{zsVn})$	M_{ysVn}

care, particularizată pentru secţiunea transversală corespunzătoare cuplei teoretice $i+1=\overline{0,n}$, devine

$$M_{ysV\,i+1} = \int_0^{x_{i+1}} T_{z\,sV}\,dx \quad [kNm].$$

Calculul eforturilor secţionale suplimentare, cu ajutorul celor două formule, se efectuează tabelar. Cu valorile rezultate în coloanele IV şi VI ale tabelului se trasează diagramele de repartizare a eforturilor secţionale suplimentare $T_{zsV} = h_{1sV}(x)$ şi $M_{ysV} = h_{2sV}(x)$.

- Diagramele de repartizare a eforturilor secţionale totale

Eforturile secţionale totale, ce apar în secţiunea transversală de abscisă x, la aşezarea statică a navei pe val, sunt reprezentate prin forţa tăietoare T_{zVx} şi momentul încovoietor M_{yVx}. Ele se determină folosind principiul suprapunerii efectelor de la aşezarea navei în apă calmă, cu efectele suplimentare datorate acţiunii valului. Prin urmare:

$$T_{zVx} = T_{zcx} + T_{zsVx} \quad [kN]$$

$$M_{yVx} = M_{ycx} + M_{ysVx} \quad [kNm]$$

Tabelul 15.18. **Calculul** T^e_{zVi+1}, M^e_{yVi+1}, $i + 1 = \overline{0, n}$

Cupla teoretică $i+1$	T^c_{zci+1} kN	T^c_{zsVi+1} kN	$T^e_{zVi+1} = $ II + III kN	M^c_{yci+1} kNm	M^e_{ysVi+1} kNm	$M^e_{yVi+1} =$ V + VI kNm
I	II	III	IV	V	VI	VII
0	T^e_{zc0}	T^e_{zsV0}	T^e_{zV0}	M^e_{yc0}	M^e_{ysV0}	M^e_{yV0}
1	T^e_{zc1}	T^e_{zsV1}	T^e_{zV1}	M^e_{yc1}	M^e_{ysV1}	M^e_{yV1}
2	T^e_{zc2}	T^e_{zsV2}	T^e_{zV2}	M^e_{yc2}	M^e_{ysV2}	M^e_{yV2}
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
n	T^e_{zcn}	T^e_{zsVn}	T^e_{zVn}	M^e_{ycn}	M^e_{ysVn}	M^e_{yVn}

Cu valorile rezultate în coloanele IV şi VII ale tabelului se trasează diagramele de repartizare a eforturilor secţionale totale $T_{zV} = h_{1V}(x)$ şi $M_{yV} = h_{2V}(x)$.

5.4. Aşezarea dinamică a navei pe val

Se consideră o navă, reprezentată prin secţiunea sa în PD, aflată în regim de navigaţie pe mare agitată. Fie, $\vec{v}$ viteza navei şi $\vec{c}$ viteza aparentă a valului. Dacă vectorii $\vec{v}$ şi $\vec{c}$ au aceeaşi direcţie, acelaşi sens sau sensuri contrare şi mărimile diferite, atunci se spune că nava este aşezată dinamic pe val (poziţia relativă a navei faţă de val se modifică în timp).

Valurile marine, determinate de acţiunea vântului pot avea caracter regulat sau aleatoriu. În funcţie de acest caracter, sarcinile ce acţionează asupra corpului navei la aşezarea dinamică pe val, respectiv eforturile secţionale corespunzătoare, vor varia în timp şi spaţiu după anumite legi.

- Aşezarea dinamică a navei pe val regulat

Interacţiunea dintre corpul navei şi valurile regulate este considerată un proces staţionar.

Diagramele de repartizare a eforturilor secţionale suplimentare. Se notează cu L_{pp}, L_{pv}, distanţele de la secţiunile transversale ce delimitează L_{CWL} în pupa şi în prova până la planul *yGz*. Prin urmare, $L_{CWL} = L_{pp} + L_{pv}$, iar intervalul de integrare pe lungimea grinzii navă, pentru sistemul de referinţă *Gxyz*, devine $\left]-L_{pp}; +L_{pv}\right[$.

Relaţia generală de calcul a forţei tăietoare suplimentare, la aşezarea dinamică a navei pe val, corespunzătoare momentului *t* al mişcării oscilatorii, se obţine astfel:

$$T'_{zsVx} = \int_{-L_{pp}}^{x} s'_{zsV}\, dx \qquad [kN].$$

Relaţia generală de calcul a momentului încovoietor suplimentar, la aşezarea dinamică a navei pe val, corespunzător momentului *t* al mişcării oscilatorii, se obţine din formula: $M'_{ysVx} = \int_{-L_{pp}}^{x} T'_{zsV}\, dx \quad [kNm]$.

Diagramele de repartizare a eforturilor secţionale totale. Eforturile secţionale totale, ce apar în secţiunea transversală de abscisă x, la aşezarea dinamică a navei pe val regulat, în momentul *t* al mişcării oscilatorii, sunt reprezentate prin forţa tăietoare T'_{zVx} şi prin momentul încovoietor M'_{yVx}. Ele se determină folosind principiul suprapunerii efectelor de la aşezarea navei pe apă calmă, cu efectele suplimentare datorate acţiunii dinamice a valului. Aşadar:

$$T'_{zVx} = T_{zcx} + T'_{zsVx} \quad [kN]$$

$$M'_{yVx} = M_{ycx} + M'_{ysVx} \quad [kNm]$$

- Aşezarea dinamică a navei pe val aleatoriu

Valurile mării, ca fenomen natural cauzat în principal de vânt, reprezintă procese cu caracteristici variabile aleatorii.

Interacţiunea dintre corpul navei şi valurile aleatorii, care, în cazul de faţă, se materializează prin apariţia eforturilor secţionale suplimentare este un fenomen staţionar. Pentru studiul teoretic, durata acestui fenomen este împărţită în intervale, în limitele cărora procesele aleatorii se consideră cvasistaţionare. Caracteristicile aleatorii, corespunzătoare fiecărui proces cvasistaţionar, se presupun dependente de un număr limitat de parametri, care determină comportarea navei pe mare agitată. Variaţia acestor parametri şi legăturile statistic reciproce dintre ei se determină aproximativ.

Eforturile secţionale suplimentare de şoc ce apar la aşezarea dinamică a navei pe val

Dintre fenomenele dinamice care însoţesc deplasarea navei pe mare agitată, în sens contrar propagării valurilor, pot fi menţionate efectele *wetness* (ambarcarea apei pe punte), *whipping* (lovirea fundului pupei de suprafaţa apei) şi *slamming* (lovirea fundului provei de suprafaţa apei). În continuare, se analizează eforturile secţionale dinamice suplimentare de şoc, ce apar în grinda navă datorită efectului *slamming*.